

Problemi neugodnih mirisa u okolišu

Perlić, Petra

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:262103>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-28**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Petra Perlić

Problem neugodnih mirisa u okolišu

Završni rad

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Preddiplomski sveučilišni studij
Građevinarstvo
Zaštita okoliša**

**Petra Perlić
JMBAG: 0114031312**

Problem neugodnih mirisa u okolišu

Završni rad

Rijeka, rujan 2022.

SAŽETAK

Rad se bavi pitanjem problema neugodnih mirisa u okolišu. Neugodni mirisi predstavljaju ekološki i društveni problem, pa su tako postali podložni kontroli, procjeni i regulaciji. Kako bi poboljšali i očuvali kakvoću zraka potrebne su mjere određene Zakonom o zaštiti okoliša. Državni hidrometeorološki zavod u Republici Hrvatskoj tijelo je koje osigurava trajno praćenje kvalitete zraka, izgradnju novih postaja u državnoj mreži i odgovorno je za provođenje programa mjerenja kvalitete zraka. Miris nastaje interakcijom različitih hlapljivih kemijskih spojeva koji se šire s mjesta nastanka u ovisnosti od ispusta. Takve plinove potrebno je uzorkovati i analizirati odgovarajućom opremom, te primijeniti metode za smanjenje mirisa. Najveći propust očituje se prilikom zbrinjavanja otpada. Na područjima neuređenih i uređenih odlagališta kvaliteta zraka neprestano je ugrožena. Stoga je potrebno fokus na odlagalištu preusmjeriti na prevenciju, minimiziranje otpada, recikliranje i predobradu. Sustavi za kontrolu mirisa djeluju s različitim stupnjevima uspješnosti ovisno o izloženosti mjesta, blizini receptora i vrsti otpada. Osim što neugodne mirise najčešće stvara odlaganje na odlagališta otpada, u velikoj mjeri pojavljuju se otpadne vode koje se ispuštaju u okoliš. Zato je bitno odabrati adekvatne metode prevencije širenja negativnog utjecaja.

Ključne riječi: neugodni mirisi, onečišćenje, metode mjerenja mirisa, miris s odlagališta, smanjenje mirisa

ABSTRACT

The paper deals with the problem of unpleasant odors in the environment. Unpleasant odors represent an ecological and social problem, so they have become subject to controls, assessments and regulations. Measures specified in the Environmental Protection Act are necessary in order to improve and preserve air quality. The State Hydrometeorological Institute of the Republic of Croatia is a government body that ensures permanent air quality monitoring, and is responsible for construction of new stations in the state network and for implementing the air quality measurement program. The odors are created by interactions of various volatile chemical compounds that spread from the place of origin depending on the outlet. Such gasses must be sampled and analyzed with appropriate equipment, and odor reduction methods must be applied. The biggest oversights are manifested during waste disposals. Air quality is constantly impaired in the areas of unorganized and organized landfills. Therefore, it is necessary to shift the focus of the landfill to prevention, waste minimization, recycling and pretreatment. Odor control systems operate with varying degrees of success depending on site exposure, receptor proximity, and waste type. In addition to unpleasant odors being most often caused by disposals in landfills, there is also a large amount of wastewater that is released into the environment. That is why it is important to choose adequate methods of preventing the spread of negative effects.

Keywords: unpleasant odors, pollution, odor measurement methods, landfill odor, odor reduction

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Zakonski okviri zaštite okoliša	2
2. MIRIS IZ OKOLIŠA: EMISIJA, DISPERZIJA I PROCJENA UZNEMIRENOSTI... 3	
2.1. Općenito o mirisu.....	3
2.2. Izvori neugodnog mirisa	4
2.3. Metode mjerenja mirisa	4
2.3.1. Dinamička olfaktometrija	6
2.3.2. Kemijska analiza.....	7
2.3.3. Elektronički nos za mjerenje mirisa	7
2.3.4. Terenska inspekcija	8
2.3.5. Disperzijski modeli.....	9
3. MIRISI UZROKOVANI ZBRINJAVANJEM OTPADA.....	11
3.1. Strategija gospodarenja otpadom.....	11
3.2. Primjer studije o utjecaju odlagališta otpada na okoliš.....	13
4. ODLAGALIŠTA OTPADA KAO IZVOR NEUGODNIH MIRISA.....	18
4.1. Izvori mirisa s odlagališta otpada	19
4.2. Koncentracije mirisa	19
4.3. Odlagališni plinovi.....	21
4.4. Kontrola od strane upravljanja gradilištem.....	22
4.5. Smanjenje mirisa.....	23
5. OTPADNE VODE	24
5.1. Procjedne vode na odlagalištu	25
5.2. Kvaliteta vode u domaćinstvu.....	26
6. METODE ZA KONTROLU I SMANJENJE MIRISA	29
7. ZAKLJUČAK	31

POPIS TABLICA

Tablica 1: Raspon intenziteta mirisa (%) u razdoblju od 3. travnja do 2. svibnja 2003[18]

Tablica 3. Uzorci mirisa prikupljenih iz različitih izvora otpada [18]

Tablica 3: Okvirni raspon koncentracije mirisa na određenom izvoru [20]

POPIS SLIKA

Slika 1: Metode procjene utjecaja mirisa – vrste mjerenja sa stajališta emisije ili imisije [9]	6
Slika 2: E-nos [12].....	8
Slika 3: EU hijerarhija otpada [18].....	12
Slika 4: Kontura disperzije mirisa na okolnom području odlagališta otpada [20]	15
Slika 5: Studija „Faktor 2“ i koncentracija mirisa kroz zone [20].....	15
Slika 6: B1 (granica odlagališta otpada) naspram S2 (domaći otpad iz stambenih četvrti) [20]	18
Slika 7: Deponij građevinskog otpada [25]	23
Slika 8: Sustav za odvodnju procjednih voda na uređenom odlagalištu otpada [30]	26
Slika 9: Mogući izvori mirisa u vodi [31]	27
Slika 10: Vrste mirisa i njihovo porijeklo [31].....	27
Slika 11: Biofilter za kontrolu mirisa [33].....	31

1. UVOD

Nekada zanemariv problem, a trenutno problem koji je u fokusu mnogih svjetskih država, a pogotovo onih razvijenih je i zaštita okoliša. Ova problematika je u vrhu prioriteta razvijenih država došla zbog naglog porasta stanovništva, industrijske i poljoprivredne proizvodnje, transporta, količina otpada, a onda i posljedica tih osnovnih problema:

- sve većeg globalnog zagrijavanja,
- širenja ozonskih rupa,
- topljenja leda na polovima,
- izumiranja vrsta,
- onečišćenja zraka, tla i voda.

Zbog ovih činjenica skoro sve države svijeta donose regulative i propise u cilju smanjenja svih negativnih utjecaja na sveukupnu okolinu. Neki od načina rješavanja problema jesu: prelazak s motora koji imaju unutrašnje sagorijevanje na bio goriva, reciklaža otpada, pretvaranje otpada u bio masu, korištenje održivih izvora energije, smanjenje emisije CO² i drugi.

Ekološka svijest stanovništva dovela je do toga da se mirisi uvrste među zagađivače. Mirisi su oduvijek predstavljali društveni problem, no nedavno se u javnosti pojavila zabrinutost zbog njihovog potencijalnog utjecaja na zdravlje i dobrobit. Zakonom o zaštiti zraka možemo uvidjeti najefikasnije mjere za sprječavanje i smanjivanje onečišćavanja zraka, također kroz Zakon se provodi praćenje i procjena kvalitete zraka te izvještavanje o njegovoj kvaliteti i razmjeni podataka. Hrvatska kao zemlja Europske unije mora poštivati odredbe koje su u skladu s aktima Europske unije. Plan zaštite zraka koji donosi Vlada Republike Hrvatske je sastavni dio plana zaštite okoliša.

Cilj ovog rada je analizom zakonske regulative i dostupne literature dati pregled problematike, kao i tehnika i modela za mjerenje onečišćenja zraka, te sprječavanje problema širenja neugodnih mirisa u okolišu. Posebna pažnja dana je na mirise generirane odlagalištima otpada i neugodnih mirisa voda.

1.1. Zakonski okviri zaštite okoliša

Definicija okoliša dana je u Zakonu o zaštiti okoliša [1]: „Okoliš je prirodno i svako drugo okruženje organizama i njihovih zajednica, uključivo i čovjeka koje omogućuje njihovo postojanje i njihov daljnji razvoj: zrak, more, vode, tlo, zemljina kamena kora, energija te materijalna dobra i kulturna baština kao dio okruženja koje je stvorio čovjek; svi u svojoj raznolikosti i ukupnosti uzajamnog djelovanja“.

Zakon o zaštiti okoliša sadrži mjere zaštite zraka koje obuhvaćaju poboljšanje i očuvanje kakvoće zraka, te sprječavanje i smanjivanje onečišćenja. Prema Zakonu o zaštiti zraka [2], Državni hidrometeorološki zavod je državna i zdravstvena upravna organizacija (Zakon o sustavu državne uprave [3] i Zakon o ustrojstvu i djelokrugu tijela državne uprave [4]) pri čemu predstavlja tijelo koje osigurava trajno praćenje kvalitete zraka, izgradnju novih postaja u državnoj mreži i odgovorno je za provođenje programa mjerenja kvalitete zraka na određenim postajama. DHMZ ima posebni sektor za kvalitetu zraka koja je prema organizacijskoj strukturi DHMZ-a uređena Uredbom o unutarnjem ustrojstvu državnog hidrometeorološkog zavoda [5]. Sektor se sastoji od tri službe: Služba za upravljanje sustavom mjerenja kvalitete zraka, Služba za modeliranje kvalitete zraka, istraživanje i primjenu i Služba kemijski laboratorij. Praćenje kvalitete zraka podrazumijeva mjerenje, prikupljanje podataka, osiguranje kvalitete provjere mjerenja i podataka, ugađanje i provjeru tehničkih karakteristika i mjerne opreme te prikaz rezultata mjerenja [6].

Plan zaštite zraka objavljuje se u Narodnim Novinama [7], a ovo su neki dijelovi koje sadrži:

- ocjenu stanja kvalitete zraka
- prioritetne mjere i aktivnosti u području zaštite zraka
- preventivne mjere za očuvanje kvalitete zraka
- mjere za postizanje graničnih vrijednosti (GV) za određene onečišćujuće tvari u zraku u zadanom roku ako su prekoračene
- mjere za smanjivanje emisija onečišćujućih tvari po djelatnostima
- mjere za smanjivanje emisija postojanih organskih onečišćujućih tvari i teških metala
- mjere za smanjivanje ukupnih emisija iz prometa
- procjenu sredstava za provedbu Plana i redoslijed korištenja sredstava i
- analizu troškova i time stvorene koristi poboljšanja kvalitete zraka itd.

2. MIRIS IZ OKOLIŠA: EMISIJA, DISPERZIJA I PROCJENA UZNEMIRENOSTI

Miris nastaje interakcijom različitih hlapljivih kemijskih spojeva, uključujući spojeve sumpora, dušikove spojeve i hlapljive organske spojeve. Mirisni spojevi uključuju organske i anorganske molekule koje pridonose razini mirisa. Različite vrste modela, koji uzimaju u obzir meteorološke, topografske i podatke o emisijama, mogu se koristiti za određivanje disperzije mirisa u atmosferi. Oni nude mogućnost matematičke simulacije prostorne i vremenske varijacije koncentracija mirisa i mogu dati procjene razina mirisa u trenutnim i budućim planovima emisije, predviđajući atmosferski utjecaj postrojenja prije nego što se postrojenje realizira [8].

2.1. Općenito o mirisu

Definicija mirisa usko je povezana s percepcijom i osjetom mirisa, tj. olfakcijom što je važno za razumijevanje mehanizma neugodnih mirisa. Miris je svojstvo mješavine tvari koje mogu potaknuti osjetilo mirisa uzrokujući ugodne ili neugodne osjećaje ili fizičke reakcije. Karakterizacija i mjerenje mirisa postali su vrlo važni ekološki problemi, zbog sve veće savjesti javnosti o okolišu i utjecaju kvalitete zraka na zdravlje i dobrobit. Stoga, su mirisi postali podložni kontroli, procjeni i regulaciji [9].

Mirisi se mogu podijeliti na sljedeće komponente [9]:

- koncentracija mirisa (prag) - minimalna koncentracija tvari koja izaziva podražaj, uobičajeno se izražava na 50% ili 100%, ovisno o postotku ljudi koji osjete miris
- intenzitet - mjera jačine mirisnog podražaja koja se može povezati s koncentracijom mirisa određenom matematičkim izrazima (npr. Weberov, Stevenov ili Fechnerov zakon)
- difuznost - hlapljivost (izražena kao tlak pare), temeljni parametar za procjenu sposobnosti kemijske tvari da izazove miris, index mirisa je omjer između tlaka pare mirisnih spojeva i mirisnog praga
- kvaliteta - može se odrediti korištenjem specifičnih klasa mirisa
- hedonistički ton - mjera je ugodnosti ili neugodnosti mirisa, koji se može izraziti na ljestvici od -4 (izrazito neugodan) do +4 (izuzetno ugodan), 0 se percipira kao niti ugodan niti neugodan.

2.2. Izvori neugodnog mirisa

Miris koji dopire iz okoliša najveći je problem stanovnika koji se nalaze u blizini izvora mirisa. Neugodni mirisi lako se šire s mjesta nastanka što uzrokuje mogućnost narušavanja zdravlja i probleme u okolišu. Razvijene su različite tehnike kako bi se mirisi kontrolirali, a širenje prekinulo. Najefikasnija metoda svakako je prevencija širenja [10].

Prema Zakonu o zaštiti zraka [2] izvori onečišćavanja zraka su nepokretni i pokretni emisijski izvori. Nepokretni izvori dijele se na točkaste i difuzne. Kod točkastih izvora onečišćujuće tvari se unose u zrak kroz za to oblikovane ispuste (tehnološki procesi, industrijski pogoni, uređaji, građevina i slično), dok kod difuznih izvora nije jasno definiran ispušt ili dimnjak. Pokretni izvori dolaze iz ispušnih ventila prijevoznih sredstava koja ispuštaju onečišćujuće tvari u zrak.

Razlozi primjene procjene kvalitete mirisa [10]:

- lociranje izvora mirisa koji je karakteriziran faktorima emisije i tretiran emisijskim modelima,
- zbog upotrebe modela disperzije kako bi se opisao transport i razrjeđivanje mirisa i mirisne tvari / smjese u atmosferi,
- za procjenu odgovarajuće koncentracije podražaja,
- proračun izloženosti mirisa za procjenu očekivane smetnje mirisa prema kriterijima utjecaja mirisa, i na kraju
- strategije smanjenja mirisa.

2.3. Metode mjerenja mirisa

Sve veća pažnja posvećena je onečišćenju na općoj razini pa tako i kvaliteti zraka koji nas okružuje. Potaknuti su doprinosi percepciji mirisa u urbanim područjima i aglomeracijama, kao i mogući planovi ublažavanja. Stoga su razvijene metode za mjerenje i kontrolu koje uključuju instrumentalne i senzorne tehnike [9].

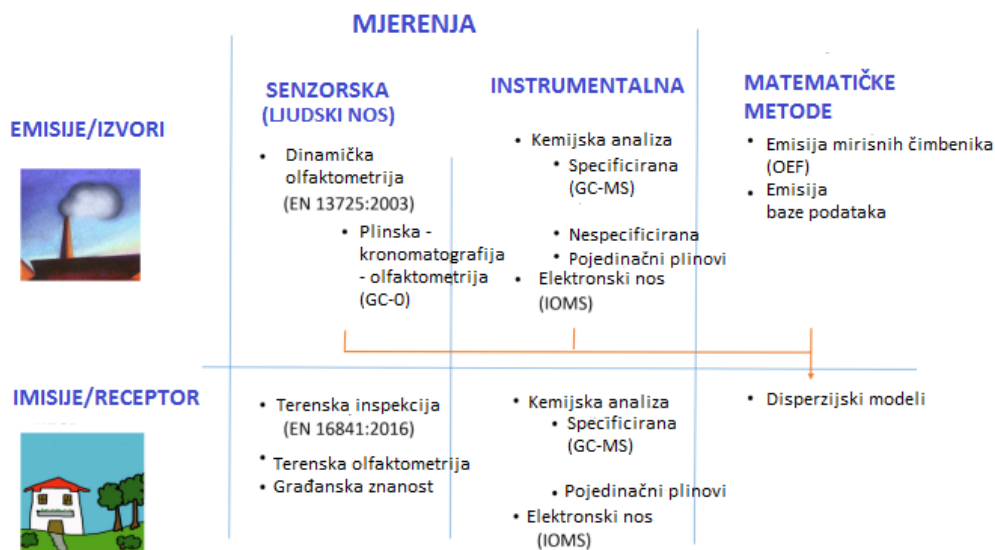
Plinove koji stvaraju neugodne mirise i zahtijevaju kontrolu potrebno je uzorkovati i analizirati odgovarajućom opremom. Nekim plinovima potrebni su koraci prethodne obrade koji uključuju uklanjanje čestica, hlađenje ili kondenzaciju te smanjenje temperature ovisno o opciji konačne kontrole. Postupak kondenzacije smanjuje volumen plina koji se treba

obraditi, a time se smanjuje i obujam opreme potrebne za kontrolu. S druge strane prethodna obrada može zahtijevati i ovlaživanje npr. prije biofiltracije. Instalacija kontrolnih tehnologija može trajati niz godina, uz postupna poboljšanja kako tehnologija napreduje. Oprema za kontrolu mirisa općenito je ograničena na mali raspon tehnologija koje su korištene dugi niz godina. Većina tehnologija dobro je poznata i ima dokazanu učinkovitost [11].

Koncentracija mirisa određena je kao relevantna masa za opažanje mirisa (europska jedinica mirisa ouE) po kubnom metru (ouE/m^3). Uz metode mjerenja koje kvantificiraju emisiju kemijskih tvari, posebno industrijskih izvora uključena su i terenska mjerenja i metode građanske znanosti. Europski projekt H2020 D-NOSES (Distribuirana mreža za osnaživanje i održivost senzora za miris), financiran iz programa za istraživanje i inovacije Horizon 2020 Europske unije, osnova je buduće kontrole onečišćenja neugodnim mirisima. Znak je to da se miris prepoznaje kao dobro poznat problem okoliša i kvalitete zraka. U tom smislu postoji nada da će Europska agencija za zaštitu okoliša u bliskoj budućnosti uključiti ekološke čimbenike za zaštitu okoliša u svoja godišnja izvješća o kvaliteti zraka [10].

Glavne metode za mjerenje mirisa su [9]:

- dinamička olfaktometrija i terenska olfaktometrija
- kemijska analiza
- plinska kronomatografija – olfaktometrija
- instrumentalno praćenje
- terenska inspekcija



Slika 1: Metode procjene utjecaja mirisa – vrste mjerenja sa stajališta emisije ili imisije [9]

2.3.1. Dinamička olfaktometrija

Dinamička olfaktometrija je standardizirani način mjerenja koncentracije mirisa pomoću ljudskog njuha. Ova metoda koristi se za mjerenje koncentracije mirisa emitiranih iz izvora, a pripada osjetilnim ili senzornim tehnikama povezanim sa osjetom koji uzorkuje uzorak odabranih ljudi sa standardnim njuhom. Koristiti se može sama u obliku procjene učinkovitosti mirisa sustavima za smanjenje emisija ili u kombinaciji sa disperzijskim modelima. Do sada je olfaktometrija najpraktičnija tehnika za reviziju i optimizaciju procesa, a i dalje će biti potrebna za procjenu utjecaja mirisa i dizajn sustava za obradu mirisa. Uzorci se skupljaju na izvoru neugodnog mirisa u prikladne vrećice, zatim se analiziraju tako što se razrjeđuju neutralnim zrakom u sve manjim količinama. Analiza se provodi olfaktometrom dok svi članovi komisije ne otkriju miris koji se razlikuje od referentnog neutralnog zraka. Rezultat je izražen europskom jedinicom mirisa po kubnom metru (ouE/m^3). On specificira broj puta koliko je uzorak razrijeđen neutralnim zrakom kako bi se dosegao prag koncentracije mirisa. Dakle, ako uzorak treba razrijediti 100 puta neutralnim, čistim zrakom znači da uzorak ima koncentraciju od $100\ ouE/m^3$.

Prednost dinamičke olfaktometrije je da pruža informacije koje se mogu koristiti kao ulazni podatci za modeliranje disperzije kako bi se procijenila izloženost građana mirisima. Koristi se parametar koji učinkovito objašnjava količinu mirisa koji emitira određen izvor u atmosferu na osnovu toka mirisa. Ti podatci koriste se kao ulazni za specifične matematičke

modele uzimajući u obzir meteorološke i geografske čimbenike, te tako dolazi do izračuna kako se emitirani miris prenosi kroz atmosferu do građana u obliku karte prosječnog utjecaja [9].

2.3.2. *Kemijska analiza*

Kemijska analiza je instrumentalna metoda koja se bazira na identifikaciji i kvantifikaciji kemijskih spojeva koji utječu na miris, čak i ako se izvor ne može karakterizirati i nije moguće znati je li olfaktorni osjećaj posljedica pojedinačnih sastojaka ili cijele mješavine. Razlikuje se specificirana, nespecificirana i metoda pojedinačnih plinova. Glavna tehnika specificirane kemijske analize je plinska kronomatografija. Njezina sposobnost je kombinacija odvajanja plinske kronomatografije (GC) sa spektrom mase (MS), na taj način odvaja molekule u ovisnosti o njihovim fizikalno – kemijskim svojstvima. GC-MS je prva metoda koja se provodila u svrhu analize mirisa. Nespecificirana metoda bazira se na problem koji je povezan s molekulama ugljikovodika kojeg najčešće nalazimo u rafinerijama. Glavni problem metode je što se koncentracija ugljikovodika ne može izravno povezati sa koncentracijom mirisa, no može biti vrlo korisna za detekciju mogućeg curenja plina [8].

2.3.3. *Elektronički nos za mjerenje mirisa*

Elektronički nos omogućuje kvalitativnu klasifikaciju analiziranog zraka, pripisujući uzorak zraka određenoj olfaktornoj klasi. Sastoji se od niza senzora koji simuliraju receptore ljudskog olfaktornog sustava i računala koje simulira odgovor ljudskog mozga. Elektronički nos sastoji se od tri glavna dijela: matice senzora, sustava za obradu podataka i sustava za prepoznavanje uzoraka. Oni simuliraju tri komponente ljudskog olfaktornog sustava: nosne receptore, olfaktorni živac i mozak. Miris je u interakciji s površinom senzora i uzrokuje promjenu određenih kemijskih i/ili fizičkih svojstava, te se varijacije pretvaraju u elektronički signal koji se šalje jedinici za obradu podataka. Zahvaljujući ovoj metodi zrak se kontinuirano prati. Nažalost, ne postoji standard koji daje minimalne zahtjeve za ovu vrstu analize [8].



Slika 2: E-nos [12]

2.3.4. Terenska inspekcija

Metodologija terenske inspekcije zasniva se na analizi terena koja koristi panel ljudi (od 2 do 8) koji procjenjuju prisutnost ili odsutnost mirisa izravno u okolnom zraku. Utvrđuje se pomoću dvije različite metode: rešetke i oblaka. Metoda rešetke provodi se tako što se dizajnira rešetka oko izvora mirisa kako bi se pokrili svi osjetljivi receptori i područja gdje su zabilježeni neugodni mirisi. Svaki panelist ima određenu putanju koja pokriva specifične točke ove mreže i hoda unutar i izvan mapiranog područja kako bi se spriječilo navikavanje na mirise. Prije inspekcije na terenu panelisti se obučavaju kako prepoznati određene mirise. Trajanje pojedinačne evaluacije je 10 minuta, svakih 10 sekundi panelist na svojoj kartici označava osjeća li ikakav miris. Za svako područje utvrđuju se 104 ocjene, zbrojem četiriju točaka sjecišta, 26 puta godišnje. Na kraju inspekcije na terenu, rezultat istraživanja će biti karta učestalosti mirisa, izražena u postocima. Metoda oblaka koristi se za određivanje opsega detektabilnog i prepoznatljivog mirisa iz određenog izvora izvornim promatranjem panelista u određenim meteorološkim uvjetima. Opseg oblaka procjenjuje se kao prijelaz iz zona u kojima se ne osjeti miris u zone u kojima se osjeti. Pet panelista kreće se u polju uz vjetar, približavajući se izvoru mirisa i duž paralelnih linija, koje su okomite na opseg oblaka. Panelisti slijede istu proceduru prikazanu za metodu rešetke, osim činjenice da će se njihov put sastojati od paralelnih linija i ne moraju identificirati mirise, već samo prisutnost ili odsutnost prepoznatljivih mirisa. Mjerni ciklus sastoji se od najmanje 20 pojedinačnih mjerenja i osam prijelaznih točaka. Prijelazne točke su one između točaka s odsutnošću i

prisutnošću mirisa. Zaključno, metoda rešetke koristi paneliste za karakterizaciju izloženosti mirisu u definiranom području procjene tijekom dovoljno dugog razdoblja (obično godinu dana) kako bi uključila sve različite meteorološke uvjete te lokacije. Dok metoda oblaka koristi paneliste za određivanje opsega utjecaja mirisa, pod određenom situacijom emisije (na temelju karakteristika izvora) i meteorološkim uvjetima (uključujući određeni smjer vjetra, brzinu vjetra i turbulenciju graničnog sloja) [8].

2.3.5. Disperzijski modeli

Disperzijski modeli nude mogućnost matematičke simulacije prostorne i vremenske varijacije koncentracija mirisa. Stoga su ovi modeli korisni za određivanje odgovarajuće udaljenosti između proizvodnih objekata (farmi, industrije i postrojenja za obradu otpada) i susjednih područja. Većina disperzijskih modela su Gaussovi modeli, koji pretpostavljaju da profil koncentracije preko oblaka slijedi Gaussovu krivulju vjerojatnosti. Ostali modeli slijede Lagrangeov ili Eulerov pristup. To su matematički modeli koji se koriste za procjenu (u slučaju postojećih objekata) ili predviđanje (pri planiranju novih operacija ili ocjenjivanju učinkovitosti strategija ublažavanja) koncentracije onečišćujućih tvari u zraku, emitiranih kroz vjetar iz izvora.

Gaussovi modeli pretpostavljaju uvjete stacionarnog stanja. Modeli Gaussove disperzije najčešće se koriste budući da ih je prilično lako primijeniti, dapače pod pretpostavkom "stacionarnih" uvjeta ne zahtijevaju značajne računalne resurse. Međutim, u usporedbi s drugim modelima, oni ne uzimaju u obzir topografiju, pa daju preciznu ocjenu samo na ravnom terenu.

Lagrangeovi modeli temelje se na ideji da se čestice onečišćujućih tvari u atmosferi kreću duž putanja određenih poljem vjetra, uzgonom i učincima turbulencije. Konačna raspodjela nasumično gibajućih čestica daje algebarsku procjenu koncentracijskog polja; to znači da ovi modeli zahtijevaju veliku računalnu snagu jer simuliraju nekoliko putanja elementarnih čestica kako bi se postigla odgovarajuća razina točnosti.

U Eulerovim modelima (mrežnim modelima) područje koje se istražuje podijeljeno je u mrežne ćelije, kako u vertikalnom tako i u horizontalnom smjeru, a u svakoj mreži izračunata je prosječna koncentracija onečišćujućih čestica. Njihovo ograničenje je potrebna velika

računalna snaga, budući da omogućuju ispravniji prostorno-vremenski prikaz. Glavna razlika između Lagrangeovih i Eulerovih modela povezana je s vizijom kretanja atmosfere [8].

3. MIRISI UZROKOVANI ZBRINJAVANJEM OTPADA

Prema Zakonu o otpadu [13] pojam otpad definiran je kao tvar ili predmet određen kategorijama otpada propisanim Uredbom o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada, koje posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti.

Podjela otpada prema mjestu nastanka je jedna od najspecifičnijih podjela otpada. Tri velike potkategorije su komunalni, proizvodni otpad te posebne kategorije otpada. Komunalni otpad je otpad iz kućanstva, iz proizvodne ili uslužne djelatnosti, ali takav otpad po svojem sastavu mora biti sličan otpadu iz kućanstva. Proizvodni ili industrijski otpad je otpad koji nastaje u proizvodnom procesu u industriji i proizvodnji. Razlikuje se od komunalnog otpada po sastavu i svojstvima tvari ili predmeta koji se odbacuju, ostaci iz proizvodnog procesa koji se koriste u tom procesu ne smatraju se otpadom. Posebne kategorije otpada su one za koje se gospodarenje propisuje posebnim pravilnikom [14].

Gospodarenje komunalnim čvrstim otpadom više je od samog procesa odlaganja na odlagališta. U današnjem složenom okruženju gospodarenje otpadom podrazumijeva dugoročno planiranje i odlaganje energetskog otpada, edukaciju te ekološko osvještavanje populacije. Da bi se postigla izvrsnost u operacijama i poboljšalo upravljanje odlagalištima otpada potrebno je:

- stvoriti kampanju za podizanje svijesti,
- razviti obrazovne programe za otpad i recikliranje, ali da obrazovne poruke budu aktualne s vremenom i trendovima u gospodarenju otpadom i recikliranjem,
- ulagati u poboljšane sustave prikupljanja i naplate,
- provesti plan najbolje prakse za integrirano gospodarenje čvrstim otpadom,
- izraditi dugoročni plan upravljanja odlagalištem otpada,
- odlagališne plinove pretvoriti u energiju (Waste-to-Energy) [16]

3.1. Strategija gospodarenja otpadom

Strategija gospodarenja otpadom temeljena je na općim načelima Europske Unije i pravnim određenjima sadržanih u Zakonu o otpadu [13]. Primarna zadaća strategije je smanjenje količine otpada koji se proizvodi u RH, a proizvedenim otpadom potrebno je održivo gospodariti. Problemi koji nalažu primjenu strategije očituju se kroz porast količine otpada i nedovoljnog kapaciteta infrastrukture koja bi taj otpad trebala zbrinuti.

Neka od osnovnih načela strategije su [17]:

- hijerarhija gospodarenja otpadom,
- korištenje najboljih dostupnih tehnologija u odnosu na troškove i ekološku prihvatljivost,
- odgovornost proizvođača,
- podupiranje približavanja i priključivanja EU,
- uklanjanje nedostataka dosadašnje politike i prakse gospodarenja otpadom,
- pravo na pristup informacijama, sudjelovanje javnosti u odlučivanju i pristup pravosuđu,
- uloga odgoja i obrazovanja,
- priprema za otvoreno tržište (poticati gospodarstvo i druge segmente društva na gospodarenje otpadom u suglasju s okolišem i u okviru održivog razvoja),
- etapni pristup (postupno poboljšavati sustav, uz praćenje, nadzor i
- provjeru izvršenja etapnih zadataka).

Hijerarhija gospodarenja otpadom međunarodno je prihvaćeno načelo i koncept koji navodi opcije gospodarenja i prednosti koje pružaju prema njihovoj održivosti i ekološkim ishodima. Opcije gospodarenja otpadom u hijerarhiji otpada prema redoslijedu preferencija uključuju sprječavanje, ponovnu upotrebu, recikliranje, oporabu, obradu i odlaganje.



Slika 3: EU hijerarhija otpada [18]

Prvi i najvažniji korak u gospodarenju otpadom je upravo njegovo sprječavanje. Kada se otpad stvori sljedeći korak hijerarhije je smanjiti količinu što je više moguće te poduzimanje

niz različitih mjera prije nego što proizvod postane otpad. Zbog gospodarskog rasta i konzumerizma, sprječavanje i smanjenje otpada najizazovniji su aspekti gospodarenja istim. Lokalne vlasti mogu podržati izbjegavanje, smanjenje i ponovno korištenje otpada pružanjem obrazovanja zajednici i drugim proizvođačima otpada. Potpore mogu biti financijske i nefinancijske. Potpora inicijativama nevladinih organizacija u ovom području također je važna funkcija, uključujući poticanje tvrtki i zajednica da vode projekte koji će smanjiti i poboljšati upravljanje otpadom. Lokalne vlasti također mogu olakšati ponovnu upotrebu uspostavljanjem trgovina za ponovnu upotrebu i postrojenja za gospodarenje otpadom i prikupljanje materijala koji bi inače bili obrađeni na nižim razinama hijerarhije gospodarenja otpadom, kao što je odlaganje. Recikliranje je skup procesa koji kruti otpad pretvara u korisne materijale i proizvode. Korištenje recikliranih proizvoda u proizvodnji ima značajne prednosti za okoliš jer smanjuje potražnju za sirovinama. Otpad se može obraditi tako što se iz njega izdvoje korisne sirovine od kojih će nastati novi proizvod ili će dobiti neku drugu upotrebnu vrijednost. Oporaba materijala uključuje fizikalnu, kemijski ili biološku preradu otpada radi stvaranja proizvoda ili toplinske i električne energije. Za razliku od recikliranja, proizvodi dobiveni procesima oporabe nisu nužno slični izvornim otpadnim materijalima kao što je kompost nastao preradom organskog otpada. Oporaba otpada obično se provodi u postrojenju za alternativnu obradu otpada pa se time mijenja njegov oblik. Najmanje poželjna opcija hijerarhije gospodarenja otpadom je odlaganje koje obično podrazumijeva odlaganje otpada na odlagalište. Trenutno je odlaganje otpada na odlagalište prevladavajuća metoda gospodarenja otpadom. Takva vrsta odlaganja rezultira gubitkom materijala i energije koji bi se inače mogli iskoristiti, a prihvatljiva je samo u slučaju ako su iscrpljeni svi prethodni koraci [19].

3.2. Primjer studije o utjecaju odlagališta otpada na okoliš

Trenutne prakse uključuju uklanjanje pokrivača, nakon čega slijedi istovar, rasipanje i zbijanje otpada na najmanjoj mogućoj površini. U ovom se procesu neizbježno oslobađaju mirisi kante za smeće (eng. Bin Odors) koji dolazi zbog ispuštanja plina. Ispuštanje mirisa može se ublažiti postupnim širenjem malčirane smjese (drveni materijal/zemlja) te zbijanjem zajedno s otpadom, s konačnim dopunjavanjem na kraju dana. Na taj se način brzo uspostavlja biofilter koji ne sprječava zbijanje ili širenje na licu mjesta, ali se miris ublažava. U jednoj je studiji u Hong Kongu provedeno sveobuhvatno istraživanje utjecaja onečišćenja mirisima s lokalnog odlagališta otpada, u kojem je lokalno odlagalište odabrano kao izvor

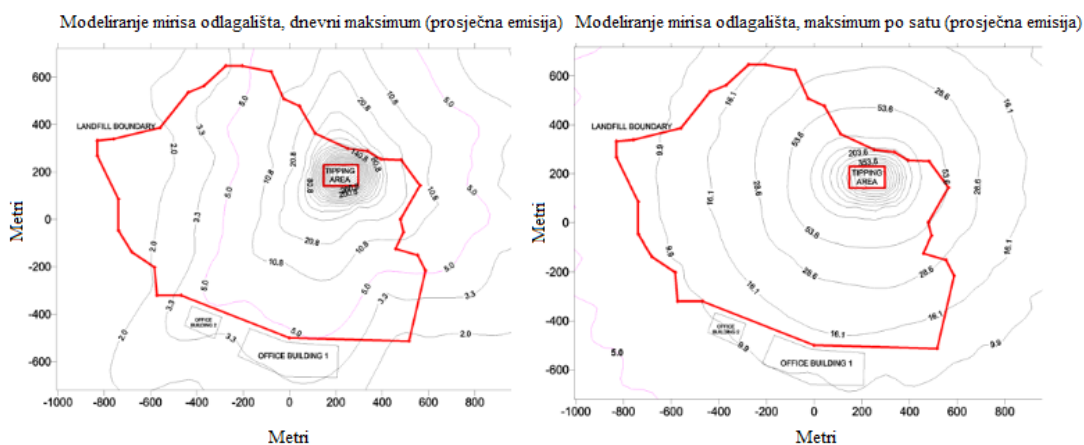
emisije mirisa. U svrhu proučavanja utjecaja onečišćenja mirisom na okolna područja i kako bi se utvrdile njegove glavne karakteristike. U Hong Kongu odlaganje na odlagalištu glavni je način zbrinjavanja čvrstog komunalnog otpada. Međutim, plinovita emisija komunalnog otpada uzrokuje neugodne mirise i uznemiruje stanovnike u blizini odlagališta otpada. Najčešće nema dovoljno zaštitnih zona između odlagališta i najbližih osjetljivih receptora zbog ograničenja zemljišta. Istraživanje je provedeno s tri pristupa olfaktometrije s modeliranjem disperzije, nadzorom patrole mirisa i primjenom tehnike e-nosa. Učinak onečišćenja mirisom procijenjen je na temelju rezultata prikazanih grafom i vremenskih podataka za prethodnih 5 godina. Elektronička analiza e-nosa pokazala je da miris u graničnom području odlagališta otpada ima sličnu prirodu kao komunalni otpad, uključujući otpadni mulj iz konvencionalnih bioloških postupaka obrade, komunalni otpad iz stambenih područja i građevinski otpad, ali drugačiji od kemijskog otpada, uključujući mulj iz kemijski pojačanog procesa oborina i neki industrijski otpad.

Kvantitativna procjena učinaka mirisa ostaje značajan problem. Unatoč svjetskim naporima, još je uvijek izuzetno teško izmjeriti miris, odrediti njegov prijenos u zraku i predvidjeti bilo kakve učinke. To je osobito problem kada se pokušava licencirati novo razvojno mjesto koje može proizvesti mirise [20].

U ovoj studiji tri glavna odlagališta na mjestu odlagališta identificirana su kao glavni izvori širenja mirisa, a uzorci mirisnih plinova prikupljeni su pomoću sustava za uzorkovanje mirisa. Takva vrsta sustava uključuje zračnu pumpu na baterije, posudu za uzorkovanje i nalophan NATM vrećice za miris. Za svaki uzorak mirisa prikupljeno je oko 60 L nečistoća. Tri uzorka mirisa prikupljena s tri odlagališta na odlagalištu odvezena su u laboratorij za istraživanje mirisa i analizirana metodom olfaktometrije istog dana. U sesiji ispitivanja mirisa sudjelovalo je 6 kvalificiranih panelista koji su prethodno odabrani probiranim testovima.

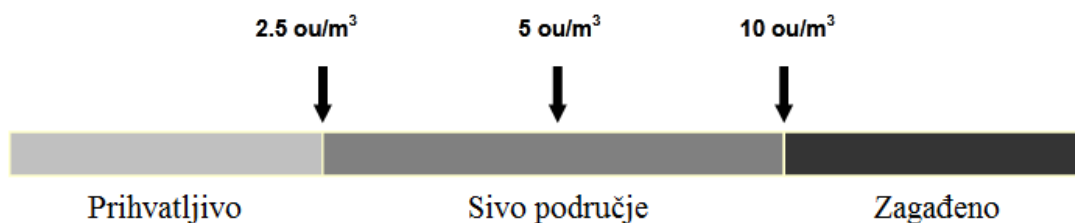
Za predviđanje disperzije mirisa i procjenu utjecaja kvalitete zraka u okolnom području odlagališta otpada primijenjen je US-ISCST (eng. Industrial Source Complex Short Term) industrijski kratkoročni kompleksni model. U međuvremenu su od najbliže stanice istraživačkog centra dobiveni 5-godišnji vremenski maksimumi. Na temelju rezultata

mjerenja mirisa i vremenskih podataka, kontura disperzije koncentracije mirisa oko područja odlagališta izračunata je složenim modelom disperzije US-ISCST kako bi se predvidio najgori slučaj tijekom godine. Bazirano na 80 rezultata rada na modeliranju, karte kontura mirisa s različitim vremenskim intervalima prikazane su na slici 4, a zagađivanje mirisa u okolišu procijenjeno je prema EPD kriterijima od 5 ou/m^3 .



Slika 4: Kontura disperzije mirisa na okolnom području odlagališta otpada [20]

Može se uočiti da je koncentracija mirisa na najbližim prijemnicima osjetljivim na zrak odlagališta otpada uvijek ispod 5 ou/m^3 s vjerojatnosti od 99,99%. Na temelju godišnjih, mjesečnih i dnevnih prosječnih vremenskih podataka i koncentracija mirisa na granici odlagališta otpada veća je od 5 ou/m^3 . Valja napomenuti da je "faktor dva" odabran donekle proizvoljno na temelju iskustva autora i da je to filozofija pristupa, a ne stvarna definicija raspona "sive zone". Neke studije slučaja ispitane su pomoću ovog pristupa i čini se da je faktor dva prikladan. Međutim, kako se ova metodologija provodi, faktor dva može se izmijeniti kako bi odgovarao daljnjim informacijama iz studije slučaja čim postanu dostupni [20].



Slika 5: Studija „Faktor 2“ i koncentracija mirisa kroz zone [20]

Pri tumačenju rezultata modela raspršivanja (modela disperzije), kako je gore opisano, treba uzeti u obzir osjetljivost modela na promjene u pretpostavkama ulaznih podataka i količinu konzervativnosti u tim ulaznim podacima. Svaka značajna nesigurnost u ulaznim čimbenicima odrazit će se kao nesigurnost u rezultatima modeliranja. To treba uzeti u obzir pri utvrđivanju da li je pristup modeliranju prikladan za određenu primjenu.

Izvršen je program nadzora patrole mirisa na granici odlagališta otpada, u kojem je identificirano 6 mjesta praćenja na granici, a tri kvalificirana panelista svakodnevno su obavljala terensku inspekciju tijekom 30 dana. Panelist treba procijeniti intenzitet mirisa oko granice odlagališta otpada na 5 različitih razina od 0 do 4 kako slijedi:

- 0 - nije otkriveno - ne opaža se miris ili je miris toliko slab da ga se ne može lako okarakterizirati ili opisati,
- 1 - blag - prepoznatljiv miris, blag,
- 2 - umjeren - miris koji se može prepoznati, umjeren,
- 3 - snažan - prepoznatljiv, jak,
- 4 - izuzetno jak miris.

Rezultati praćenja patrole mirisa izraženi su u tablici 1. Rezultati pokazuju da intenzitet mirisa na svim mjestima praćenja nije bio veći od razine 2, osim na lokaciji 3 kada je bio između 2 i 3 [20].

Tablica 1: Raspon intenziteta mirisa (%) u razdoblju od 3. travnja do 2. svibnja 2003 [20]

Raspon intenziteta mirisa					
Lokacija	0 i više	1 i više	2 i više	3 i više	4 i više
1	100	3.3	0	0	0
2	100	0	0	0	0
3	100	3.3	3.3	0	0

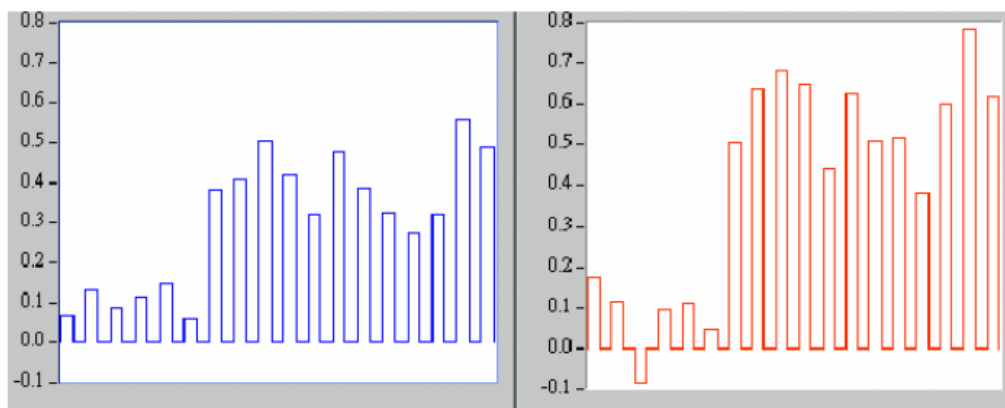
4	100	6.6	0	0	0
5	100	30	0	0	0
6	100	33	0	0	0

Pet je uzoraka mirisa prikupljeno na granici odlagališta, devet uzoraka mirisa također je prikupljeno iz dolaznih otpadnih vozila koja su dolazila iz različitih izvora otpada, uključujući mulj iz radova na pročišćavanju otpadnih voda, komunalni otpad, građevinski otpad, kao i na odlagalištima odlagališta, odnosno ukupno je četrnaest uzoraka sažeto prikazano u tablici 2.

Tablica 2: Uzorci mirisa prikupljenih iz različitih izvora otpada [20]

ID uzoraka	Izvori otpada
B1, B2, B3, B4 i B5	Granica odlagališta otpada
S1	Otpad biološkog mulja iz obrade otpadnih voda
S2	Domaći otpad iz stambenih četvrti
S3	Otpad kemijskog mulja iz radova primarne obrade
S4	Industrijski otpad iz privatnog sektora
S5	Otpad izmeta
S6	Građevinski otpad
T1, T2 i T3	Područja prevrtanja

Svi su uzorci analizirani pomoću elektroničkog nosa kako bi se identificirali uzorci mirisa, a niz indeksa sličnosti (SI) utvrdio je softver sustava e-nos. Kako bi se istražili učinci različitih izvora otpada koji utječu na atmosferu u graničnim uzorcima, također je proveden drugi niz analiza sličnosti.



Slika 6: B1 (granica odlagališta otpada) naspram S2 (domaći otpad iz stambenih četvrti) [20]

Rezultati studije mogu ukazivati na to da miris u graničnom području odlagališta otpada ima sličnu prirodu kao komunalni otpad, uključujući otpadni mulj iz konvencionalnog biološkog postupka obrade, komunalni otpad i građevinski otpad, ali drugačiji obrazac od nekih kemijskih otpadaka, uključujući mulj iz kemijski pojačanog procesa oborina i neki industrijski otpad [20].

4. ODLAGALIŠTA OTPADA KAO IZVOR NEUGODNIH MIRISA

U većini europskih zemalja daleko najveći udio otpada odlaže se na odlagališta. Mirisi s odlagališta otpada predstavljaju najveći uzrok žalbi zbog postupaka gospodarenja otpadom. Ova zabrinutost također predstavlja jedan od najčešćih razloga za odbijanje proširenja i zahtjeva za rad odlagališta otpada.

Kako se fokus na odlaganju usmjerava na prevenciju, minimiziranje otpada, recikliranje i predobradu, mnoge zemlje usvajaju tehnologije za preusmjeravanje materijala iz toka otpada. Metali, plastika, drvo, agregati, zeleni otpad i drugi oblici biomase potencijalno su vrijedan materijal. Međutim, pretpostavlja se da će konačno rješenje odlaganja otpada na odlagališta ostati nepromijenjeno. Jasno je da emisija neugodnih mirisa i smetnje koje uzrokuje također neće nestati.

Stoga traju istraživanja kako bi se definiralo na koji način odrediti prihvatljive granice izloženosti. Unatoč kvantitativnim procjenama, pritužbe su i dalje najčešći pokazatelj problema, iako ne uvijek pouzdani kao jedini pokazatelj smetnji [21].

4.1. Izvori mirisa s odlagališta otpada

Provodnik mirisa općenito se može prepoznati iz tri izvora; mirisi otpada sa vrha ili materijali koji čekaju na prevrtanje, mirisi određenog otpada tamo gdje su najintenzivniji i mirisi s odlagališta plina. Također, na odlagalištu se glavni izvori emisija identificiraju u području vezanom uz komunalni otpad, procjednu vodu ili mulj. Mirisi mogu biti jedan kemijski spoj, kao što je vodikov sulfid (H_2S), ili najčešće smjesa složena od više spojeva. Oni se mogu raspršivati u zraku, kao plin ili kao male čestice koje se kroz zrak prenose kao individualni spojevi ili se vežu za druge čestice. Jedna jedinica mirisa predstavlja najnižu koncentraciju mirisa u uzorku pri kojoj 50% odabrane skupine analitičara prijavljuje otkrivanje mirisa [22].

Utjecaji mirisa iz otpada i odlagališta plina uvelike se razlikuju zbog njihove koncentracije mirisa i brzine emisije s lokacije. Tekuća ispuštanja niske koncentracije mirisa mogu biti jednako značajna kao mala ispuštanja mirisa pri visokim koncentracijama. Ljudski nos dobro otkriva mirise, ali relativno slabo procjenjuje koji su mirisi koncentriraniji od ostalih. Iz tog razloga operaterima na gradilištu može biti teško odrediti koji će mirisi na mjestu stvarati probleme kada se šire izvan mjesta.

4.2. Koncentracije mirisa

Koncentracije mirisa obično su znatno više od koncentracije otpada iz odlagališta plina. Tablica 3. prikazuje raspon tipičnih izvora mirisa na odlagalištu komunalnih otpada zajedno s rasponom koncentracije koji se može mjeriti s ovih područja. Izvor emisije može varirati

ovisno o uvjetima na lokaciji i operativnim čimbenicima, a to će opet utjecati na emisiju mirisa s površine, tj. površinski tok.

Jednom kad se dogodi stvaranje plina iz otpada, odlagalište otpada ima značajan potencijal da izazove smetnje. Koncentracije plina od 1.000.000 ou E/m³ zahtijevat će razrjeđivanje milijun puta za svaki kubični metar uzorka kako bi dospjeli do mjesta prvog otkrivanja pomoću apanalista. U takvim okolnostima čak i mala curenja plinske infrastrukture mogu prouzročiti velike utjecaje izvan mjesta [22].

Tablica 3: Koncentracije mirisa [22]

Izvor	Okvirni raspon koncentracije [ou E/m³]	Izvor fluksa	Indikativna brzina površinskog toka [ou/m²/s]
Deponijski plin	400 000-1 200 000	Kvarovi na zatvaranju, pukotine, bušenje, plinska infrastruktura	Vrlo varijabilno, ovisno o vađenju i zatvaranju
Svježe odložen otpad	500-2.000	Izloženi / pokriveni otpad	4-12 (prikaz, stručni)
Vrh, zbijen	500-2.000	Otkriveni / nepokriveni otpad	1-4
Pokriveni otpad	100-1000 (prikaz, stručni)	Neekstrahirani otpad	0-3

Osim što upozorava na koncentracije mirisa, površina koja emitira mirise izravno utječe na ukupnu emisiju mirisa na mjestu. Tamo gdje mjesta imaju velika ili višestruka područja prevrtanja, ukupna površinska emisija bit će velika. Slično je u slučajevima kada se na površinama pokrivenih područja ne kontrolira vađenje plina, tada se emisije mogu odvijati na tim velikim površinama. Čimbenici kao što su sigurnost između vozila i operativne površine razumne veličine, važni su, ali rijetko se u tim izračunima mogu primijeniti mjere zaštite od mirisa.

4.3. Odlagališni plinovi

Plinovi ispušteni s odlagališta komunalnog čvrstog otpada (eng. - municipal solid waste MSW) mogu izazvati mirise u okolnim četvrtima i u imovini. Mirisi odlagališnih plinova proizvode se bakterijskim ili kemijskim postupcima, a mogu dolaziti s aktivnih i zatvorenih odlagališta otpada. Mirisi na odlagalištima također se mogu stvoriti odlaganjem određenih vrsta otpada poput gnoja i fermentiranih žitarica. Vremenom bakterija prouzrokuje raspadanje otpada donesenog na odlagališta otpada i potiče stvaranje plinova. Količina plina koja nastaje tijekom razlaganja ili razgradnje otpada ovisi o raznim čimbenicima, uključujući [23]:

- vrstu i sadržaj vlage u otpadu
- količinu prisutnog kisika; i
- temperaturu unutar odlagališta otpada.

Plinovi stvoreni na odlagalištu otpada obično se rasprostiru kroz odlagalište otpada i dopiru do zraka iznad. Na brzinu kojom se to događa utječu sadržaj odlagališta i vremenske prilike. Količina ispuštenih plinova razlikovat će se od odlagališta do odlagališta i bit će različita za pojedino odlagalište u različito vrijeme. Metan i ugljični dioksid glavni su plinovi nastali bakterijskim raspadanjem otpada na odlagalištima, oba su bez mirisa. Ostali plinovi koje proizvode odlagališne bakterije nazivaju se sulfidi. Imaju izrazit miris koji daje odlagalištima ono što mnogi ljudi opisuju kao "truli" miris. Koncentracije odlagališnog plina uglavnom su male, međutim sulfidi mogu uzrokovati neugodne mirise čak i na niskim razinama. Jednom ispušteni u zrak, odlagališni plinovi prenose se vjetrovima s površinske razine. Iako vjetrovi razrjeđuju plinove svježim zrakom, također ih mogu premjestiti u okolno područje. Doba dana u kojem su mirisi uglavnom najgori obično je rano jutro. Tada je zrak mirniji i plinovi nisu razrijeđeni.

Aktivni sustavi za prikupljanje plinova mogu se koristiti za kontrolu migracije odlagališnog plina i mirisa. Ovi sustavi odvođe plin s odlagališta kroz niz bunara i cjevovodnih mreža. Odlagališni plin sakuplja se i uništava bakljom na mjestu ili koristi u sustavu za oporabu plina i energije za proizvodnju električne energije. Svakodnevno pokrivanje otpada zemljom također može pomoći u smanjenju mirisa [23].

Migracija odlagališnog plina ovisi o različitim atmosferskim uvjetima [24]:

- barometarski tlak/kiša - u danima kada je barometarski tlak nizak ili pada, tlak plina unutar odlagališta bit će viši od atmosferskog. To uzrokuje pomicanje odlagališnog plina s odlagališta kako bi se uravnotežio s atmosferom. Padovi barometarskog tlaka su često povezani s padalinama zbog čega se mirisi mogu osjetiti prije i nakon pojave padalina.
- temperatura - tijekom hladnijih mjeseci mogu se pojaviti temperaturne inverzije topao zrak ima tendenciju da ostane zarobljen iznad hladnog zraka koji se nalazi bliže tlu. Ovo usporava normalan porast plina uzrokujući koncentracije bliže tlu čime se stvara jači miris.
- vjetar - vjetar pomaže u širenju ispuštenog plina i smanjenju njegove koncentracije, ali dani sa slabim vjetrom znače da mirisi mogu biti primjetniji.
- mjesečeve mijene - određene mjesečeve mijene također pridonose migraciji plinova, slično utječu i lunarne sile na plimu i oseku. Povlačenje Mladog Mjeseca ili Pun Mjesec mogu olakšati migraciju odlagališnog plina s odlagališta.

Tijekom hladnog, oblačnog dana bez vjetra s niskim barometarskim tlakom, deponijski plin i njegovi mirisi teže će se moći kontrolirati [24].

4.4. Kontrola od strane upravljanja gradilištem

Gospodarenje građevnim otpadom je skup aktivnosti i mjera koje obuhvaćaju uporabu i zbrinjavanje građevnog otpada te odvojeno skupljanje otpada na lokacijama koje su za to predviđene. Ako se otpad ne može materijalno ili energetski oporabiti on se mora odložiti. Takav otpad predaje se ovlaštenim osobama koje upravljaju odlagalištima otpada. Značajne su mogućnosti za povećanje recikliranja u komercijalnom i industrijskom sektoru izgradnje i rušenja uključujući inicijative poput malčiranja zelenog i inertnog otpada i otpada od rušenja. Takav otpad skladišti se na lokaciji dok su količine ekonomski isplative za ponovnu upotrebu materijala [19]. U samim procesima zbrinjavanja otpada na području gradilišta moguća je pojava neugodnih mirisa. Primarni i najučinkovitiji mehanizam za kontrolu utjecaja mirisa je interveniranje u najranijoj fazi u slijedu: emisija - put - izloženost receptorima. Prvi korak za procjenu mogućnosti kontrole zahtijeva procjenu svih potencijalnih izvora. To omogućuje lokaciji da pripremi Plan za upravljanje mirisima, koji zauzvrat može pomoći svim djelatnicima da shvate svoju ulogu u sprečavanju utjecaja [22].



Slika 7: Deponij građevinskog otpada [25]

4.5. Smanjenje mirisa

Sustavi za kontrolu mirisa imaju visoki značaj na tržištu kao lokalizirane kontrole i kao mjera za granice mjesta širenja. Oni djeluju s različitim stupnjevima uspješnosti, ovisno o izloženosti mjesta, blizini receptora i vrsti otpada. Kako se svaka vrsta proizvoda razlikuje, tako se i obrazloženje svake metode razlikuje, postoje ograničeni znanstveni dokazi o učinkovitosti većine tih postupaka. Metode se općenito mogu opisati kao prikrivanje, upijanje i vlaženje.

Pokušaji prikrivanja mirisa općepoznato su rizični s vjerojatnošću da će lokalno stanovništvo biti izloženo postupku prikrivanja mirisa koji su ili prepoznati ili otkriveni kao jednako neugodni. Apsorpcija se oslanja na izravan kontakt raspršivača ili tekućine za obradu s ukupnim volumenom ispuštenog plina ili mirisa. Tamo gdje su uspostavljeni ograničeni procesi, to je ostvarivo. Međutim, odlagališta su obično velike, izložene površine na kojima je teško postići bilo koji oblik zadržavanja koji omogućuje odvijanje procesa apsorpcije. Možda je najmanje očekivani mehanizam za postizanje dodatne kontrole mirisa izvan operativnih mjera upotreba tekućina, uključujući vodu za vlaženje ili vlaženje atmosfere izravno oko operativnog područja. Poznato je da čestice mogu nositi mirise. Tamo gdje su ti uvjeti prevladavajući tijekom faze prevrtanja i rada, smanjenjem tih uvjeta može se postići povećanje kontrole mirisa.

Jedini najučinkovitiji mehanizam za ograničavanje utjecaja neugodnosti je osiguravanje da se mirisi svedu na najmanju moguću mjeru. Jednom uspostavljene, važno je održavati ove kontrole osiguravajući njihovu vidljivost u radnom planu koji se može objasniti stanovništvu mjesta i lokalnoj zajednici. Tamo gdje su povećanja emisija neizbježna, lokalne zajednice mogu se pouzdati u povjerenje i sposobnost operatera. Promjene u sustavu plinskog inženjeringa, bušenje ili kretanje razgradivog otpada svi su uvjeti u kojima planirana obavijest može omogućiti operateru lokacije da pokaže kontrolu i sposobnost u upravljanju svojim gradilištem.

Razumijevanje događaja koji uzrokuju prigovore na mirise ključno je za kontrolu i upravljanje mirisima. Ako se informacije koje pružaju podnositelji žalbe odmah istraže, tada se uzroci incidenata mogu istražiti u stvarnom vremenu.

Razlozi za incidente mogu biti [22]:

- kašnjenja u zatvaranju bušotina (dijelovi cjevovoda nisu dostupni)
- kvarovi sustava za nadzor mirisa (pogrešno postavljen, kvarovi pumpe)
- iskop degradirajućeg otpada tijekom inženjerskih radova
- mirisi smrdljivog otpada (probir i pijesak)

5. OTPADNE VODE

Najčešća podjela vode je prema njenoj kakvoći, koja je najveći kriterij njene upotrebljivosti, pa se tako razlikuju voda za piće, rashladna voda i na kraju otpadna voda koja je rezultat njezina korištenja. Kakvoća vode određuje se analizom. Podjela vode na takav način ima i svoje praktično značenje jer svaka vrsta vode ima svoje specifičnosti. Promjenu kakvoće oborinskih voda kao voda upotrijebljenih za razne namjene moguće je kontrolirati prije

svoga izgradnjom kanalizacijskog sustava koji skuplja sve otpadne vode i odvodi na uređaj za njihovo pročišćavanje. Kanalizacijski sustavi presudni su za zaštitu okoliša i provedbu koncepata održivog razvoja [26].

5.1. Procjedne vode na odlagalištu

Odlagališta otpada, a posebice ona neuređena doprinose razvitku negativnog utjecaja na sve sastavnice okoliša. Procjedne vode i odlagališni plinovi predstavljaju najznačajniji rizik za okoliš, nastaju složeno fizikalno kemijskom supstancom i biokemijskom transformacijom vode koja prolazi kroz otpad u toku njegove razgradnje te i cirkulacijom oborinske vode kroz tijelo odlagališta [27]. Proces nastajanja takve vode je okarakteriziran tamnom bojom, neugodnim mirisom, visokom vodljivošću, koncentracijom organskih spojeva i amonijaka, kao i povećanom koncentracijom teških metala. Procjedne vode onečišćene organskim tvarima i zasićene anorganskim spojevima direktno ugrožavaju podzemne i površinske vode koje teku na području i u okolici odlagališta. U procjednim vodama nalaze se nedopuštene količine patogenih i koliformnih bakterija, uz moguću koncentraciju cijanida, te soli teških metala. U ovisnosti o klimatskim uvjetima, načinu odlaganja te starosti odlagališta predstavljaju značajan rizik za prirodu i ljudsko zdravlje.

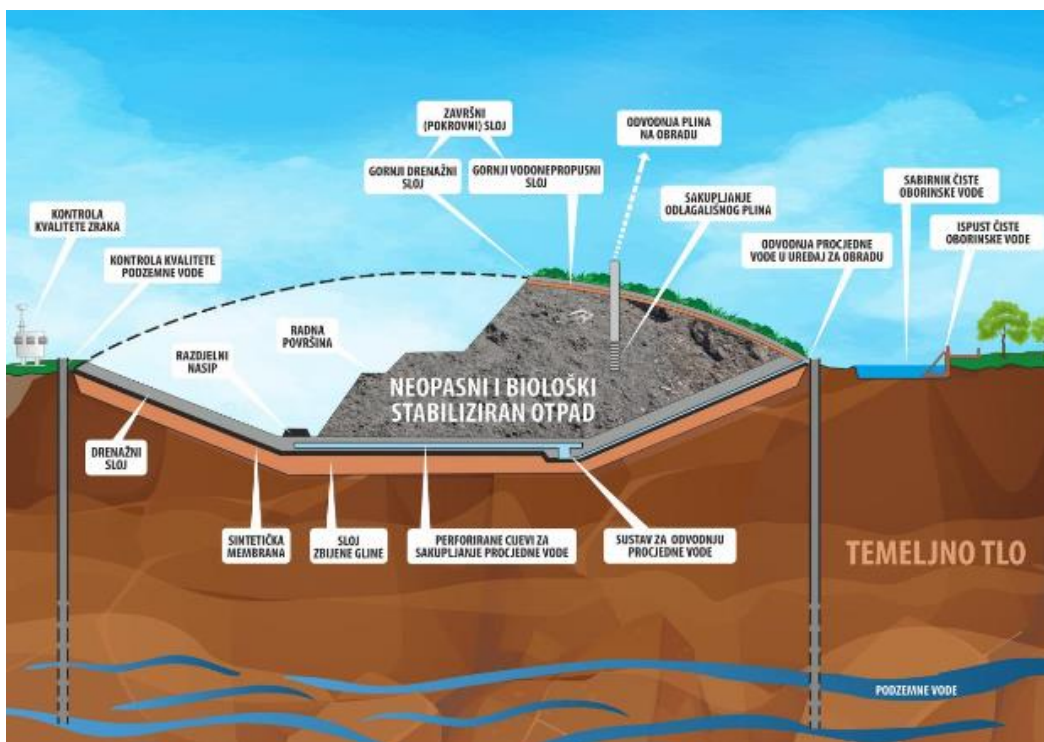
Da bi se zadovoljili kriteriji za ispušt procjedne vode u okoliš potrebno je primijeniti različite metode obrade za smanjenje prisutnosti mikrobiološkog, organskog i anorganskog opterećenja na okoliš. Jedna od mjera zaštite da se filtrat prije pročišćavanja ne upušta u podzemne vode, a upušta se preko zona aeracije koje predstavljaju prirodne filtere [28].

Najčešće korištene metode za oporavak procjedne vode na odlagalištu otpada su [28]:

Biološka metoda koja se temelji na bilo kojem aerobnom ili anaerobnom procesu, membranske tehnologije, fizikalno-kemijska metoda i elektrokemijske metoda.

Zaštita podzemnih voda koje se nalaze u blizini odlagališta obavljaju se postavljanjem nepropusne podloge na tlu deponija i odvodnjom filtrata do najnižeg mjesta, odakle se odvodi na tretman. Sve to ovisi o geološkoj strukturi tj. lokaciji deponija. Zbog veće uštede poželjno je da se deponij locira tamo gdje nije potrebna ugradnja umjetne nepropusne podloge, ako to nije izvedivo, potrebno je postaviti umjetnu podlogu za sprječavanje dotjecanja vode sa bočnih strana, te zaštititi zonu deponiranja, tako se sprječava i zagađenje podzemnih voda. U ravničarskim područjima, gdje su većinom veliki aluvijalni tereni dolazi do problema kod lociranja deponija. Takvi tereni obiluju značajnim izvorima podzemnih

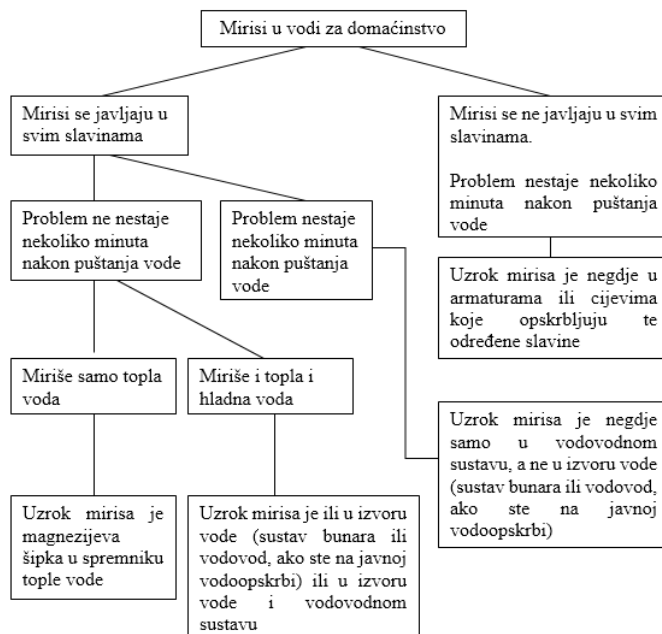
voda koje je potrebno zaštititi od zagađivanja. Rješenje je izvedba sustava drenaže, koji preko zona aeracije pročišćuje filtrat, zatim prihvaća vodu i odvodi do sabirnog bunara iz kojeg se najčešće provodi crpljenje vode koja se ne može koristiti za vodoopskrbu. Slika 8 prikazuje uređenje sustava za odvodnju procjednih voda na uređenom odlagalištu otpada [29].



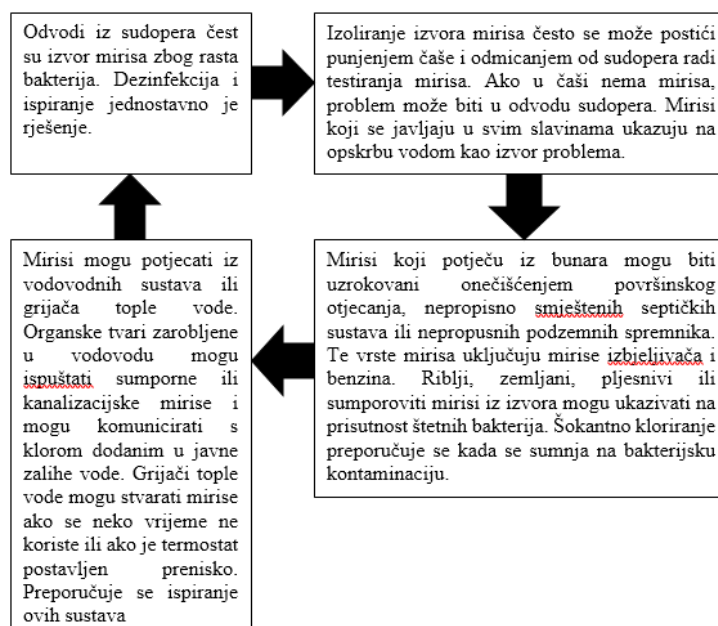
Slika 8: Sustav za odvodnju procjednih voda na uređenom odlagalištu otpada [30]

5.2. Kvaliteta vode u domaćinstvu

Neugodni mirisi u vodi u domaćinstvu nisu rijetka pojava, a u mnogim slučajevima teško je utvrditi točan uzrok. Ako se miris javlja u svim slavinama za vodu, problem je vjerojatno u glavnoj vodoopskrbi. Ako se pojavljuje samo u određenim slavinama, problem je vjerojatno u armaturama ili cijevima koje opskrbljuju te određene slavine. Ako problem nestane nakon puštanja vode nekoliko minuta, problem je negdje u vodovodnom sustavu kućanstva. Ako je miris trajan, problem bi mogao biti izvor vode ili kombinacija izvora vode i vodovoda. Slika 9 prikazuje moguće izvore mirisa u kućanstvu, a slika 10 nam pomaže odrediti njihovu vrstu i porijeklo, te naglašava preporuke. [31]



Slika 9: Mogući izvori mirisa u vodi [31]



Slika 10: Vrste mirisa i njihovo porijeklo [31]

U nastavku su obrađeni uobičajeni problemi s mirisom, vjerojatni uzroci i predložene korektivne mjere za vodu za piće. Javni dobavljači vode uglavnom kloriraju vodu kako bi spriječili rast bakterija. Mirisi nastali dodavanjem klora obično nestaju ako je voda nekoliko minuta izložena zraku. Dodavanjem klora u vodu udarnim kloriranjem bunara ili vodovodnog sustava stvara se jak miris izbjeljivača (klora). Miris izbjeljivača prestaje kad

se klor potpuno rasprši. To zahtijeva uključivanje vanjskih slavina i puštanje vode da teče dok miris ne nestane. U nekim slučajevima dodani klor može doći u kontakt s organskim materijalima nakupljenim u vodovodnom sustavu i dodati miris vodi. Miris bi trebao nestati nekoliko minuta nakon puštanja vode. [31]

Općenito, miris trulog jajeta (ili sumporno), raspadnuti ili kanalizacijski miris u vodi u domaćinstvu rezultat je bakterijske aktivnosti koja može biti posljedica:

Bakterije koje rastu u odvodu su najčešći uzrok ovih vrsta mirisa. S vremenom se na zidovima odvoda mogu nakupiti organske tvari poput kose, sapuna i ostataka hrane. Te naslage služe kao hrana za rast bakterija. Bakterije mogu proizvesti plin koji miriše na trula jaja ili kanalizaciju.

Bakterije koje rastu u bojleru mogu također proizvesti miris trulih jaja ili kanalizacije. To se često događa ako se vruća voda ne koristi, ako je bojler isključen na dulje vrijeme ili ako je termostat na grijaču postavljen prenisko. Općenito, bakterije koje proizvode ovaj problem nisu prijetnja zdravlju; međutim, okus i miris mogu biti vrlo neugodni.

Bunar je pogodan za stvaranje bakterija. Ako se isključe problemi s odvodom ili bojlerom, miris može dolaziti upravo iz tog izvora vode.

Pljesnivi, zemljani, travnati ili riblji mirisi bezopasni su, ali ljudska osjetila okusa i mirisa izuzetno su osjetljiva na njihovo širenje čak i na vrlo niskoj razini. Ove vrste mirisa mogu biti posljedica raspadajuće organske tvari u odvodu ili onečišćenja bunarske vode površinskom drenažom. [31]

6. METODE ZA KONTROLU I SMANJENJE MIRISA

Važnost mirisa za javno zdravlje i sve veći interes nacionalnih i međunarodnih vlasti navele vladu da se pozabave ovim problemom. U Europi, prema Direktivi 2008/98/CE, „države članice će poduzeti potrebne mjere kako bi osigurale da se gospodarenje otpadom obavlja bez ugrožavanja zdravlja ljudi, bez štete za okoliš i bez izazivanja neugodnosti kroz buku ili mirise”. U SAD -u Agencija za zaštitu okoliša (EPA) ne regulira mirise, čak i ako je na snazi Zakon o čistom zraku, savezni zakon osmišljen za kontrolu onečišćenja zraka na nacionalnoj razini. Unatoč tome, EPA dopušta državama da izravno reguliraju miris. Države koje pokušavaju regulirati neugodne mirise slijede načela Zakona o neugodnostima, što znači da su identificirale neugodne mirise kao neugodne i uspostavile ograničenja za mirisne emisije. U Japanu, Zakon o kontroli neugodnih mirisa regulira neugodne mirise koji se emitiraju iz poslovnih aktivnosti kako bi se očuvao životni okoliš i zaštitilo zdravlje ljudi. Neke zemlje kao Njemačka, Nizozemska, Švicarska, Austrija i Kanada uspostavile su smjernice koje se temelje na minimalnoj udaljenosti između stočnih jedinica i stambenih područja. Općenito, u empirijskim modelima (temeljenima na iskustvu) udaljenosti odstupanja utvrđuju se prema različitim faktorima skaliranja, određenim brojem i vrstama životinja, vremenskim parametrima, karakteristikama smještaja (npr. ventilacija, sustav sakupljanja gnojiva, itd.) i korištenim tehnologijama smanjenja. Naknadno su ti čimbenici korišteni za prilagodbu disperzijskih modela za određivanje intenziteta bez neugodnih mirisa. Osim udaljenosti razdvajanja, mogu se primijeniti i druge strategije protiv neugodnih mirisa. Općenito, strategije kontrole mirisa uključuju različite mjere usmjerene na sprječavanje, kontrolu

raspršivanja, smanjenje neugodnosti ili uklanjanje mirisa iz emisije. Sprječavanje stvaranja mirisa na izvoru može se postići odgovarajućim modelom procesa i dobrim operativnim praksama. Uspostavljanje tampon zona ili postavljanje pokrova za mirise korisni su za kontrolu raspršivanja emisija. Kako bi se neugodnost svela na najmanju moguću mjeru ili uklonila, alternativa tradicionalnim tehnologijama obrade je uporaba kemijskih dodataka namjenjenih da prikriju, neutraliziraju ili minimiziraju percepciju emisije mirisa. Međutim, ove tehnologije nisu prikladne za obradu velikih područja kao što su odlagališta otpada. [8]

Biofiltracija, difuzija aktivnog mulja, biokapilna filtracija, kemijsko čišćenje, adsorpcija aktivnim ugljenom, regenerativno spaljivanje i hibridna tehnologija imaju veliki učinak na ekološku učinkovitost i obradu neugodnih mirisa iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV). Fizikalne i kemijske tehnologije imaju veći utjecaj na okoliš od svojih bioloških parnjaka u smislu potrošnje energije, materijala i reagensa te proizvodnje opasnog otpada. Među biološkim tehnikama, glavni utjecaj uzrokovan je velikom potrošnjom vode za održavanje biološke aktivnosti (iako korištenje sekundarne otpadne vode može smanjiti i ovaj utjecaj na okoliš i operativne troškove), biofiltracija dodatno pokazuje visoke zahtjeve za zemljištem i materijalom. Hibridna tehnologija pokazuje najveće prednosti. Na temelju njihovog malog utjecaja na okoliš, visokih učinaka dezodoracije i niske neto sadašnje vrijednosti, bioprokapna filtracija i AS difuzija pokazale su se kao tehnologije koje najviše obećavaju za obradu neugodnih mirisa u uređajima za pročišćavanje otpadnih voda [32]. Jedna od mogućih metoda za smanjenje mirisa je biofiltracija. Ova metoda postaje prihvatljiv i uspješan način smanjenja mirisa izazvanih biološkim procesima. Biofiltracija je prirodni proces koji se odvija u tlu i koristi se za komercijalne svrhe. Biofilteri sadrže mikroorganizme koji razbijaju i smanjuju VOC (eng. Volatile organic compound) te pomažu procesu oksidacije anorganskih plinova i para u bezsmrdne spojeve kao što su voda i CO₂. Bakterije rastu na pogodnim mjestima gdje stvaraju kontakte sa mirisnim plinovima. Proces je samoodrživ. Biofilteri se mogu ostvariti kroz različite materijale kao što su slama, kompost, treset i zemlja.



Slika 11: Biofilter za kontrolu mirisa [33]

7. ZAKLJUČAK

Problem povezan sa širenjem neugodnih mirisa prvi je pokazatelj promjena okoliša koje potencijalno utječu na zdravlje i dobrobit ljudi. Svrha ovog rada je dotaknuti se problematike neugodnih mirisa koji dolaze s odlagališta otpada i neugodnih mirisa voda. Današnje ubrzano vrijeme, nemar, nesavjesnost te ne zainteresiranost velikog broja populacije stvara neugodne mirise koji dopiru iz okoliša što je uistinu veliki problem sa kojim se susreću upravo oni stanovnici koji su u blizini samih izvora. Posljedice takvog djelovanja su sve više neodržive i dovode u pitanje budućnost tog okoliša.

Odlagališta otpada posebno ona neuređena su problem zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj. Njihov utjecaj na okoliš je zaista nepovoljan iz razloga što uzrokuje zagađenje tla, vode i zraka uz posebnu opasnost za ljude i njihovo zdravlje. Kao budući inženjeri važno je da sagledamo sve potencijalne rizike i predložimo konstruktivna rješenja za svaki od njih. Utjecaj mirisa na okolna područja ovisi o različitim čimbenicima, kao što su količina mirisa emitiranih s izvora, udaljenost od mjesta izvora mirisa, vremenski uvjeti i topografija. Vrlo je važno obratiti pažnju na mjerenja koncentracije mirisa, da bi mogli utvrditi ograničenja i pragove. Planovi upravljanja mirisima omogućuju određivanje prioriteta kontrola, priliku za

procjenu sustava smanjenja emisija i najvažnije stalni dijalog sa rizičnom zajednicom. Dolazimo do zaključka da je potreban zaokret u odnosu prema otpadu. Nužno je konstantno praćenje dominantnih spojeva do kojih dolazi pri deponiranju otpada. Kako povezati razvoj i zaštitu u očuvanju okoliša u svim životnim sferama kao i u samom radu temelji su načela održivosti. Za pozitivan uspjeh pitanje je razvitka svijesti na razini svakog pojedinca, ali i društva u cjelini.

Kvaliteta zraka neprestano je ugrožena operacijama odlaganja otpada. Osim mirisom razina kvalitete može se uvidjeti i česticama prašine koje kruže zrakom. Odlagalište otpada vjerojatno će ostati najveća pojedinačna metoda odlaganja u doglednoj budućnosti. Unatoč smanjenju volumena, ostaje problem pred obrade otpada, inicijative za recikliranje i nadzora mirisa na odlagalištu sortiranja materijala. Najrašireniji među njima je deponijski plin koji je vrlo neugodnog mirisa i proizvodi se u značajnim količinama. Također, procjene vode s odlagališta otpada predstavljaju značajan rizik za okoliš.

Neugodni mirisi voda i onečišćenje mirisima je sve veći problem današnjice, a uzrok je rastući broj industrija. Zagađenja u vidu neugodnih mirisa voda također nesmiemo zaboraviti, stoga je nužno razvijati metode pomoću kojih se to onečišćenje barem donekle može kontrolirati. Neophodno je da postoji politička želja koja će se očitovati u obliku pisanih dokumenata, i to onih na regionalnoj, državnoj i međunarodnoj razini. Takvi dokumenti moraju sadržavati i sve nužne pravne, gospodarske i institucionalne odredbe za postizanje ciljeva zaštite okoliša. Očuvanje prirode i čovjekova okoliša je jedna od najviših vrednota ustavnog poretka Republike Hrvatske, a propisuje se Ustavom.

Polazeći od činjenice da je „*bolje spriječiti nego liječiti*“, moguće je već pri planiranju određene djelatnosti u prostoru procijeniti odgovarajući utjecaj na stanje kakvoće zraka u okolišu. Ako želimo da Zemlja bude u stanju podmiriti potrebe ljudskih bića koja je nastanjuju i efikasno rješavati probleme okoliša, ljudsko će se društvo morati preobraziti. Ta preobrazba treba započeti u školstvu od najranije dobi.

Mudra izreka kaže da „**ZEMLJU NISMO NASLIJEDILI OD PREDAKA, VEĆ DA SMO JU POSUDILI OD SVOJIH POTOMAKA**“. Stoga se u potpunosti slažemo s ovom izrekom i zato svoj doprinos očuvanju okoliša moramo pružati svaki dan, tako što svoje osobne i poslovne procese činimo održivijima kontinuiranom štednjom prirodnih resursa, odgovornim

gospodarenjem otpada i zaštitom okoliša sve s jednim razlogom što se kroz većinu povijesti čovjek morao boriti protiv prirode da bi preživio, a tek u ovom stoljeću počinje se shvaćati da ju je potrebno zaštititi da bi preživio.

LITERATURA

[1]	Zakon o zaštiti okoliša (NN 78/15, 12/18, 118/18)
[2]	Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14, 61/17, 118/18, 57/22)
[3]	Zakon o sustavu državne uprave (NN 66/19)
[4]	Zakon o ustrojstvu i djelokrugu tijela državne uprave (NN 85/20)
[5]	Uredba o unutarnjem ustrojstvu državnog hidrometeorološkog zavoda, (NN 132/2017)
[6]	Državni hidrometeorološki zavod i kvaliteta zraka, https://www.airq.hr/dhmz-i-kvaliteta-zraka/ , pristup: 07.08.2022.
[7]	Plan zaštite zraka, (NN 127/19, 57/22)
[8]	C. C, G. M i B. J, Measurements techniques and models to assess odor annoyance, Environment International, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019319774 , pristup 07.08.2022.
[9]	L. Capelli, C. Bax, C. Diaz, C. Izquierdo, R. Arias i N. Salas Seoane, Review on odour pollution, odour measurement, abatement techniques, https://dnoses.eu/wp-

	content/uploads/2019/10/D2.1_Review-on-odour-pollution-measurement-abatement_v3.2.pdf, pristup: 01.06.2021.
[10]	M. S. G. Piringer, Environmental Odour: Emission, Dispersion, and the Assessment of Annoyance, Atmosphere, 08.2020.
[11]	Ministry for the Environment, Good Practice Guide for Assessing and Managing Odour, https://environment.govt.nz/assets/Publications/good-practice-guide-odour.pdf . pristup: 15.07.2021.
[12]	»E-nos, https://www.instrument-solutions.com/en/technology/organoleptic-analysis/e-nose/attachment/alpha-mos-fox-e-nose , pristup: 29.06.2022.
[13]	»Zakon o otpadu (NN 178/04, 153/05, 111/06)
[14]	Landfill Management: 6 Landfill Operations, https://limpezapublica.com.br/textos/landfill-management-6-landfill_operations.pdf , pristup: 30. 05. 2021.
[15]	MSW Management , Intellignet odor control, http://digital.mswmanagement.com/publication/?m=3927&i=580711&p=1&ver=html5 , pristup: 30.05.2021.
[16]	Landfill management: 6 tips for excellence in landfill operations, http://www.resol.com.br/cartilhas/landfill-management-6-landfill_operations.pdf , pristup: 16.07.2021.
[17]	Strategija Gospodarenja Otpadom Republike Hrvatske (NN 46/02), https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_11_130_2398.html , prisup: 18. 08. 2022.
[18]	EU hijerarhija otpada, https://www.volimvirovicu.hr/hijerarhija-otpada/ , pristup: 13.08.2022.
[19]	Community Waste Strategy, https://www.esperance.wa.gov.au/sites/default/files/publication/files/waste_strategy_2017-2027_0.pdf , pristup: 13. 08. 2022.
[20]	LI, Xiangzhong, Odour Research Laboratory, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China, Odour Impact and Control at a Landfill Site in Hong Kong
[21]	MSW Management, How to Approach an Solve Landfill Odor Control Problems, https://www.mswmanagement.com/landfills/article/13034124/how-to-approach-an-solve-landfill-odor-control-problems , 21. 05. 2021.

[22]	P. McKendry i J. H. H. Looney, Managing Odour Risk at Landfill Sites, https://www.researchgate.net/publication/325103363_Managing_Odour_Risk_at_Landfill_Sites , 13. 06. 2021.
[23]	Landfills Overview, Available: https://scdhec.gov/environment/land-and-waste-landfills , pristup: 06. 06. 2021.
[24]	Landfill Odor Management, North Texas Municipal Water District, https://www.ntmwd.com/wp-content/uploads/2019/02/Landfill-Odor-Control-March2019.pdf , 10.08.2022.
[25]	Deponij građevinskog otpada, https://www.zvono.eu/foto.php?foto=62136&z=3058 , pristup: 27. 08. 2022.
[26]	B. Tušar, Pročišćavanje otpadnih voda, Zagreb, 2009.
[27]	Oreščanin V., Ruk D., Kollar R., Lovrenčić Mikelić I., Nad K., Mikulić, N., »A Combined Treatment of Landfill Leachate Using Calcium Oxide, Ferric Chloride and Clinoptilolite,« u <i>Journal of Environmental Science and Health, Part A. Toxic / Hazardous Substances and Environmental Engineering</i> , Zagreb, 2011, pp. 323-328.
[28]	Procjedne vode odlagališta otpada, Available: https://www.voda.hr/hr/procjedne-vode-odlagalista-otpada-kemijski-sastav-toksicni-ucinci-metode-prociscavanja , pristup: 01. 07. 2021.
[29]	Ahel M., Terzić S., Tepić N., Organska onečišćenja u odlagalištu otpada Jakuševac i njihov utjecaj na podzemne vode, <i>Arhiv za higijenu rada i toksikologiju</i> , pp. 57, 307-315, 2006.
[30]	Sustav za odvodnju procjednih voda na uređenom odlagalištu otpada, https://rcco.hr/zasto-centar-ne-moze-ugroziti-podzemne-vode-a-time-i-zdravlje-ljudi-u-dalmaciji/ , pristup: 27.08.2022.
[31]	U. Saha, L. Sonon, J. Mowrer i D. Kissel, Your Household Water Quality, <i>UGA Agricultural and Environmental Services Laboratories</i> , 03. 2017.
[32]	J. M. Estrada, R. Munoz i N. J. R. B. Kraakman, A Comparative Analysis od Odour Treatment Technologies in Wastewater Treatment Plants, https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es103478j , pristup: 20.08.2022.
[33]	Biofilter za kontrolu mirisa, https://cpcb.nic.in/openpdffile.php?id=UmVwb3J0RmlsZXMvTmV3SXRlbV8x

	NDFfcGFja2FnZV9vZG91cnJlcG9ydF8yLjEyLjA4LnBkZg==, pristup: 14.08.2022.
--	---