



IDEJNO RJEŠENJE DEPONIJIA „OBODIN“ U TREBINJU

prof.dr. **Zoran Milašinović**, dipl.ing.građ.
 Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru
Marija Krešić, mr građevine
 Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

Sažetak: Zaštita čovjekove okoline i razvitak ekološke svijesti danas je u središtu pažnje civiliziranih društava, tako da se u posljednje vrijeme i u Bosni i Hercegovini tom problemu pridaje veliki značaj. Sprječavanjem zagađivanja vode, tla i zraka sprječava se mogućnost zaraze stanovništva, čime se produžuje vijek življenja, te omogućuje bolja kvaliteta života. Međutim, stalni tehnički napredak formira produkte koji ugrožavaju normalnu egzistenciju urbanih naselja, tako da s porastom standarda, privrednog i cjelokupnog razvitka društva, dolazi do sve većeg i nažalost trajnog zagađivanja tla, vode i zraka, a jedan od razloga je i nekontrolirano odlaganje svih vrsta otpadnih materija. Već duže vrijeme u općini Trebinje egzistira potreba za izgradnjom sanitarnog deponija za odlaganje otpada i sanacijom postojećeg stanja na nekontroliranom odlaganju otpada „Obodina“. Od 1965. pa sve do danas otpad se nekontrolirano odlaže na lokaciju Obodina. Korištenje ovog lokaliteta počelo je bez ikakvih prethodnih građevinskih radova, pa je sama lokacija od davne 1965. pa do danas okarakterizirana kao "divlje" odlagalište otpada, te predstavlja potencijalnu opasnost za okoliš. Ovim radom daje se idejno rješenje suvremenog načina zbrinjavanja otpada za saniranje spomenutog deponija.

Ključne riječi: Deponij, otpad, zaštita okoliša, baliranje otpada

CONCEPTUAL DESIGN OF THE OBODIN LANDFILL IN TREBINJE

Abstract : The environment and the development of environmental awareness is now at the center of attention of civilized societies, so that in recent years in Bosnia and Herzegovina, this problem is given great importance. Prevention of water pollution, soil and air, prevent the possibility of infecting the population, thus extending the life span and provides a better quality of life. However, continuous technical progress established products that endanger the normal existence of urban settlements, so that the increase in living standards, economic and overall development of society, there is a growing and unfortunately permanent pollution of soil, water and air, and one of the reasons is the uncontrolled dumping of all kinds waste materials. For quite some time in the municipality of Trebinje exists a need for construction of sanitary landfills and rehabilitation of the existing state of the uncontrolled dumping of waste "Obodina". From 1965. until today, the waste is disposed of in an uncontrolled location Obodina. Use of this site began with no previous construction, so the actual location of the back in 1965. until now characterized as "wild" landfills and pose a potential threat to the environment. Through this gave a preliminary design of the modern methods of waste disposal for treating the aforementioned landfills.

Key words: Landfills, waste, environmental protection, waste baling.



1. INFORMACIJE O PROJEKTOJ LOKACIJI

1.1 Općenito o području

Trebinje je grad i općina u istočnoj Hercegovini, u Bosni i Hercegovini, a nalazi se na krajnjem jugu. Kroz njega protječe rijeka Trebišnjica dužine 96,5 km. Prema popisu stanovništva iz 1991. ovdje živi oko 30.996 stanovnika raspoređenih u 178 naselja. Trebinje obiluje brojnim povijesnim spomenicima i arhitektonskim građevinama koji upućuju na to da je nekoć bilo vojni grad. Trebinje je također prije rata bilo bogato tvorničkim službama, gdje je radio veliki broj stanovništva. No nemili nam rat ostavlja pustoš iza sebe i na samoj općini Trebinje. Danas je stopa zaposlenosti manja od 20%, većina stanovništva živi na rubu egzistencije. Grad, kao i općina Trebinje, danas nastoje poboljšati način življenja novim ulaganjima, te radovima na samom području, koji će tek biti vidljivi za desetke godina.

1.2 O lokaciji deponija „Obodin“

Dakle, važno je naglasiti da se radi o divljem deponiju Obodin koja se nalazi na području općine Trebinje. Osnovni zaključak o lokaciji Obodina na kojem su prije svega izvedena istraživanja i ispitivanja je taj da se ona može koristiti za izgradnju suvremenog sanitarnog deponija, pod uvjetom da se primjeni efikasna tehnologija koja će spriječiti zagađenje tla, vode i zraka. Također, jedan od bitnih pokazatelja da je izbor same lokacije neupitan je stabilnost i pogodnost samog lokaliteta, te litostratigrafska geološka karakteristika turonskih krečnjaka. Prema tome, sanacija otpada i otvaranje nove radne plohe za sanitarno odlaganje može se izvesti bez geostatičkih i geotehničkih problema. Lokalitet odlagališta Obodina koristi se u tu svrhu još od 1965., kada je bilo predviđeno samo privremeno odlaganje komunalnog otpada uz uvjet pronalaska trajnog rješenja koje bi uključivalo pretvaranje lokaliteta, ne sanitarnog odlagališta, u sanitarni deponij. Međutim, lokalitet privremenog odlagališta Obodina ostao je sve do danas trajnim rješenjem lokaliteta za odlaganje, i to ne samo komunalnog, nego i ostalih vrsta otpada što uključuje i „opasni otpad“, otpad iz uređaja za tretman komunalnih voda, kao i otpad industrijskog porijekla, što je suprotno svim zakonima i ekološkim načelima. Nehigijenski, neplanski, nekontrolirani i neselektivni način odlaganja zadržan je tijekom čitavog perioda korištenja odlagališta, zbog čega se početno privremeno odlagalište pretvorilo u divlji deponij. Ovo je područje potrebno sanirati na razini idejnog rješenja, te omogućiti rad nove, suvremenog deponija koji bi potrajao dugi niz godina.

2. SANACIJA POSTOJEĆEG DEPONIJIA

2.1 Općenito o odlagalištu

Prostor na kome se odlaže otpad nije zagrađen, kao što niti jedan objekt unutar odlagališta nije zaštićen, što omogućuje nesmetan pristup nezaposlenim licima, domaćim i divljim životinjama. Nepostojanje ograde omogućuje i nesmetano raznošenje otpada koji zbog svog sastava predstavlja opasnost pojave zaraznih bolesti ljudi i životinja koji su u direktnom kontaktu s otpadom, a samim tim i prenošenja na ostale ljude i životinje.

Idejno rješenje pokazuje mogućnost formiranja deponija u prirodnoj uvali s gornje strane puta Trebinje - Zubci, udaljene od istog cca. 15 m. Biti će ograničena nasipom od strane magistralnog puta, dok je sa sjeverne strane ograničena postojećim deponijem i dvorištem za baliranje otpada.

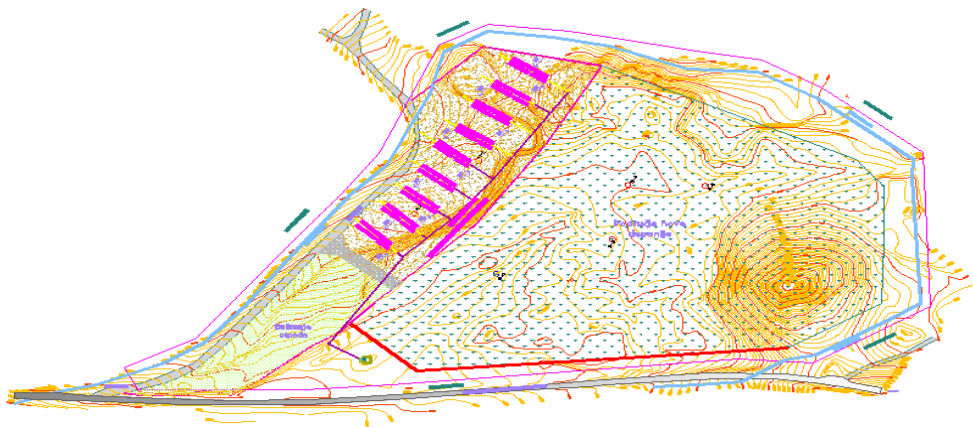


Ukupni volumen prostora koji je potrebno osigurati za deponij iznosi oko cca. 380.750 m³. Nasip za ograničenje deponija ujedno služi kao interna prometnica, širine 4 m s nagibom kosine 1:1,50. Položaj, visina, širina i ostali elementi nasipa predloženi su da bi se uz što manja ulaganja dobio veći prostor deponija. Površina doline predviđena je za formiranje deponija koja je građena od slojevitih krečnjaka u visinu do 1,0 m. Da bi se osigurali uvjeti za sanitarni deponij, što također podrazumijeva i zaštitu podzemnih voda od zagađenja, dno deponija mora biti vodoodrživo. Sav transport otpada odvijat će se kroz ulaznu zonu, gdje se otpad evidentira i kontrolira, gdje se prvo odvija odvajanje otpada za baliranje i otpad koji ide na mehaničko-biološku obradu. Zatim se otpad odvozi internom cestom odlagališta na za to predviđeno mjesto, dakle na prostor za odlaganje otpada.

2.2 Sanacija postojećeg odlagališta

U fazi sanacije tijela postojećeg odlagališta, tj. u 1. fazi, idejnim rješenjem je predloženo paralelno izvođenje nekoliko etapa građevinskih radova:

- izvođenje zaštitne ograde oko tijela postojećeg odlagališta i nove površine sanitarnog deponija;
- izvođenje obodnih kanala oko tijela postojećeg odlagališta i nove površine sanitarnog deponija;
- nasipanje, planiranje i zbijanje materijala od iskopa obodnih kanala na tijelo postojećeg odlagališta;
- izvođenje drenažnog sustava za prikupljanje procjednih voda iz tijela postojećeg odlagališta.



Slika 1. Prva faza rada na deponiju Obodin

2.3 Odvodnja oborinskih voda

S obzirom na količinu procjednih voda kao i visinu vodenog stuba unutar tijela odlagališta, a iznad „nepropusnog“ sloja gline, kao i ostalih pokazatelja prisutnosti vode unutar tijela odlagališta, idejnim rješenjem se predlaže izgradnja drenažne zavjese ispod sloja otpada, od perforiranih cijevi. Ovim rješenjem bi se spustila razina vodenog stuba iznad nepropusnog sloja gline, a time smanjila količina procjednih voda, koje se filtriraju kroz glineni sloj u podzemlje. Bitno je istaknuti da je donji dio vodoodrživ tako da je negativni utjecaj deponija na podzemne vode skoro nikakav. Zbog velike količine kiše koja padne tijekom godine na spomenutom je području potrebno što više reducirati doticaj sa hipsometrijskim višim dijelovima slivne površine, odnosno smanjiti njegov utjecaj na ukupnu količinu vode koja se slijeva u tijelo deponija.



U tu svrhu idejnim je rješenjem predložen postupak izgradnje obodnih kanala, na granici tijela deponija s ostalim hipsometrijski višim kotama slivne površine.

Predloženo je također da se postupak izgradnje obodnih kanala direktno dovede u vezu s fazom sanacije postojećeg tijela odlagališta, na taj način što bi se iskolčavanje i zemljani radovi iskopa i planiranja obodnih kanala izvodili paralelno s postupkom nasipanja i zbijanja materijala na tijelo postojećeg odlagališta.

2.4 Proračun količina procjednih voda nakon sanacije

Za ilustraciju proračuna količina procjednih voda nakon predloženih sanacijskih mjera treba uzeti u obzir da je parametar površinskog doticaja izvođenjem obodnih kanala neutraliziran, kao i to da će se nasipanjem prekrivnog sloja znatno povećati površinsko otjecanje, povećanjem hidrološkog kompleksa zemljišta i pokrivača, tj. broja krive CN.

Pored toga u proračun vrijednosti potencijalne evapotranspiracije potrebno je uključiti i parametar transpiracije biljaka, s obzirom da je izvjesno da će se određene kulture razviti na površini prekrivnog sloja.

Sve potrebne jednadžbe, korištene prilikom proračuna vrijednosti infiltracije za postojeće stanje odlagalište, bit će korištene i za proračun infiltracije nakon sanacije tako da će u nastavku biti navedene samo konačne vrijednosti za pojedine parametre.

$$DW = P + Q_o - Q - ET - I$$

$P = 163$ mm – maksimalne dnevne padaline za petogodišnji niz

$Q_o = 0$ – površinski doticaj (nakon izgradnje obodnih kanala)

$Q = 135,0$ mm – površinski oticaj (za $CN=90$, zbijena glina SCS tablica)

${}_{PEN}E_{pot} = 3,4$ mm – potencijalna evaporacija po modificiranoj metodi Penman

${}_{PEN}T_{pot} = 1,15$ mm – potencijalna transpiracija po modificiranoj metodi Penman

$k_c = 0,95$ (koeficijent razvoja vegetacije)

$$ET_{stv} = k_c \cdot {}_{PEN}E_{pot}$$

$ET_{stv} = 3,06$ mm – stvarna evapotranspiracija

$I = 4,1$ mm/dan

$DW = 20,84$ mm/dan

3. OPIS IDEJNOG RJEŠENJA

3.1 Projekcija količina otpada i proračun potrebnog deponijskog prostora

Iako su količine otpada promjenjive u ovisnosti od razvijenosti sredine i nekih drugih faktora, za projekciju količina u idejnom rješenju usvojena je prosječna vrijednost proizvodnje komunalnog otpada srednje razvijene sredine kao što je općina Trebinje. Podatci koji će se koristiti prilikom proračuna potrebnog deponijskog prostora preuzeti su iz Prostornog plana općine Trebinje:

- Specifična produkcija otpada po stanovniku na dan: 1,0 kg/stan/dan
- Stopa priraštaja količine komunalnog otpada: 0,5 %
- Broj stanovnika obuhvaćenih prikupljanjem otpada: 25 200 stan
- Godišnja količina prekrivnog inertnog materijala : 1150 m³



Predviđeno je odlaganje otpada u ćelijama visine 2,2 m na dvije etaže, uz nasipanje sloja inertnog materijala 15 cm za svaku ćeliju, što znači da je ukupna potrebna godišnja količina inertnog materijala:

- Ukupna godišnja količina prekrivnog inertnog materijala: 2300 m³
- Ukupna raspoloživa površina za odlaganje: 42 000 m²
- Ukupna raspoloživa zapremina za odlaganje: 181 000 m³

Proračun ćemo izvršiti za korištenje deponija na 10 godina.

Tablica 1. Projekcija količina komunalnog otpada za općinu Trebinje

Godina	Stopa prirasta (%)	Broj stanovnika obuhvaćenih prikupljanjem otpada	Specifična količina komunalnog otpada (kg/stan/dan)	Godišnja količina otpada (t/god)	Godišnja količina otpada (m ³ /god)
1		25200	1,00	9198	15330
2		25326	1,01	9290	15484
3		25453	1,01	9383	15639
4		25580	1,02	9477	15796
5	0,50	25708	1,02	9572	15954
6		25836	1,03	9668	16114
7		25966	1,03	9765	16276
8		26095	1,04	9863	16439
9		26226	1,04	9962	16603
10		26357	1,05	10062	16770

Tablica 2. Proračun potrebnog prostora za odlaganje komunalnog otpada za općinu Trebinje

Godina	Godišnja količina otpada (m ³)	Godišnja količina otpada kumulativno (m ³)	Godišnja količina prekrivnog materijala (m ³)	Godišnja količina materijala kumulativno (m ³)	Ukupna potrebna zapremina deponijskog prostora (m ³)
1	15330	15330	2300	2300	17630
2	15484	30814	2323	4622	35436
3	15639	46453	2346	6968	53420
4	15796	62248	2369	9337	71586
5	15954	78202	2393	11730	89933
6	16114	94316	2417	14147	108464
7	16276	110592	2441	16589	127181
8	16439	127030	2466	19055	146085
9	16603	143634	2491	21545	165179
10	16770	160404	2515	24061	184464



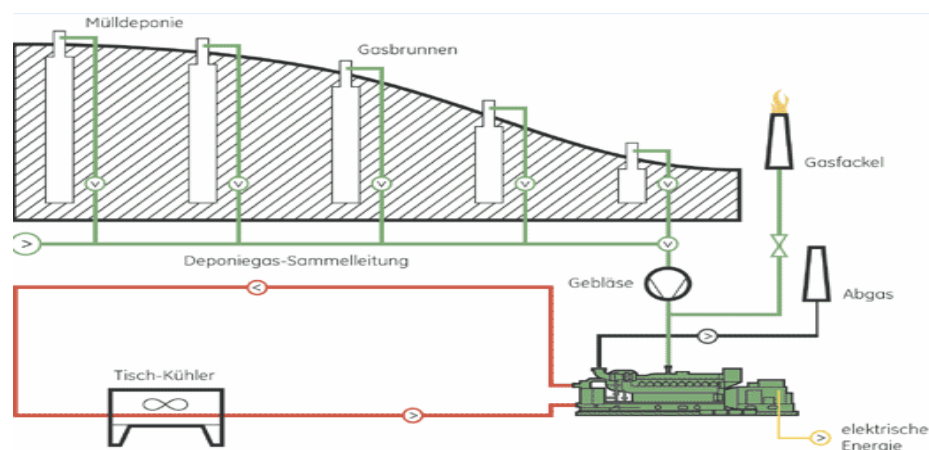
Iz proračuna potrebnog prostora za odlaganje komunalnog otpada na budućem sanitarnom deponiju Obodin može se zaključiti da je raspoloživi prostor od 42.000 m² površine dovoljan za odlaganje otpada u narednih 10 godina, pa čak i više. Pri tome se podrazumijeva da otpad bude deponiran u ćelije visine 2,2 m na dvije etaže s dva prekrivna sloja inertnog materijala. Ukupna visina deponija upotpuniti će se visinama slojeva multibarijernog sustava, tj. donjih zaptivnih slojeva visine 1,3 m i gornjih zaptivnih slojeva visine 1,8 m, što znači da će ukupna visina, točnije debljina svih slojeva multibarijernog zaštitnog sustava, debljina slojeva otpada i slojeva prekrivnog inertnog materijala, iznositi cca. 8,4 m.

Dakle, idejnim rješenjem je predviđeno da najniža kota budućeg sanitarnog deponija bude 383,00 m n.m., što znači da će završna kota iznositi cca. 391,50 m n.m. Ovim proračunom bi se završna kota postojećeg odlagališta i budućeg sanitarnog deponija dovele na istu razinu.

4. PLINODRENAŽA I OTPLINJAVANJE

Za skupljanje plinova koji se stvaraju prilikom bioloških procesa, odnosno za smanjenje tlaka plinova te njihovo kontrolirano skupljanje i uklanjanje, postavlja se drenažni sloj za plin koji je visoke propusnosti, a ugrađuje se između izravnavajućeg sloja i zaštitnog sloja – geotekstila. Koristeći geokompozitni materijal, filtracijski sloj, drenažni sloj šljunka kao i zaštitni sloj mogu se svesti na jedan sloj, što daje ekološku korist i visoko tehnološki standard.

Preporučuje se upotreba troslojnog trodimenzionalnog, filtracijski stabilnog drenažnog sustava koji se sastoji od zdrobljene jednovlaknaste jezgre i mehanički vezanog filtera geotekstila na obje strane. Postavljaju se vertikalne cijevi (drenažne sonde) koje su međusobno povezane horizontalnim cijevima i spojene transformator koji prikuplja energiju plina deponija, koristi ju i proizvodi vlastiti električnu energiju koja će se koristiti za opskrbljivanje deponije i užeg naselja energijom. Preko jednog kompresorskog postrojenja deponijski plin se isisava, zbija, suši i usmjerava ka plinskom motoru. Iz sigurnosnih razloga preporučuje se ugradnja visoko temperaturne baklje, koja preuzima viškove proizvedenog plina. Pri tom bi se stvaralo dobro gorivo za pogon plinskih motora koje bi se koristilo umjesto jako skupe električne energije.

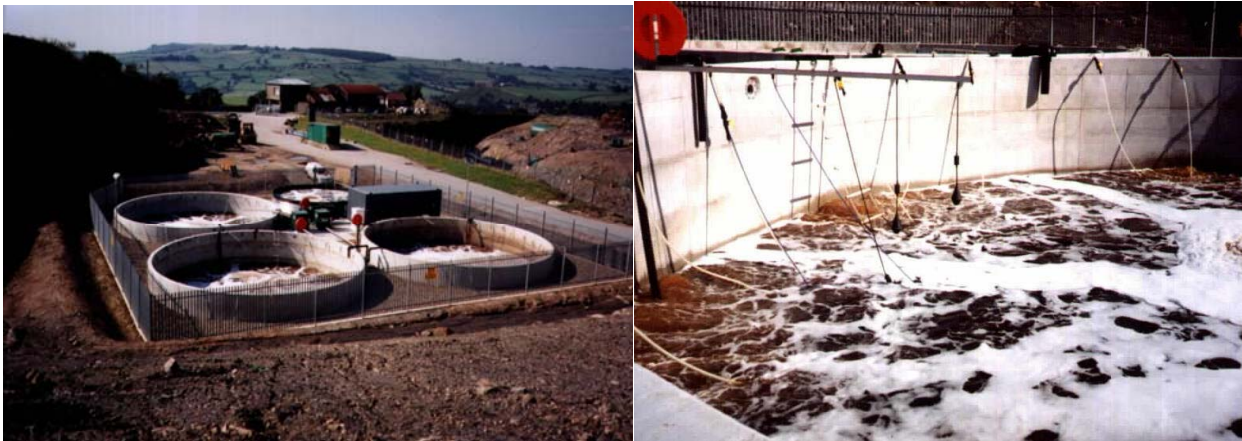


Slika 2. Proizvodnja električne energije



5. SKUPLJANJE I PROČIŠĆAVANJE DEPONIJSKOG FILTRA

Deponijski filtrat su procjedne oborinske vode koje prolaze kroz tijelo deponija, prikupljaju se drenažnim sustavom iznad baznog, nepropusnog sloja deponija te se tako prikupljene dalje tretiraju. Ispuštanje i konačna dispozicija deponijskog filtrata dopuštena je samo nakon tretmana istog, odnosno dovođenja sadržaja štetnih supstanci u dopuštene granice. Produkcija i koncentracija deponijskog filtrata ovisi o nizu faktora kao što su intenzitet padalina, infiltracija oborinskih voda, evapotranspiracija, uvjeti eksploatacije deponija otpada, starost deponija, kvaliteta i vrsta otpada koji se odlaže, debljine slojeva, zbijenost otpada i dr.



Slika 3. Skupljanje filtrata

Produkcija, tj. količine deponijskog filtrata, ovisi o količinama padalina, starosti deponija, sastava otpada i stupnja zbijenosti itd.

Međutim, ne smije se zanemariti potreban stupanj vlažnosti slojeva deponiranog otpada. Smanjenje produkcije deponijskog filtrata ima negativne efekte na razgradnju organskih komponenti otpada i dolazi do usporavanja procesa. Potrebna vlažnost u slojevima odloženog i zbijenog otpada bi trebala iznositi između 35 i 40%.

Varijacija količina deponijskog filtrata ovisi o klimatskim uvjetima, godišnjem dobu, padalinama. Na osnovi teoretskih pokazatelja te meteoroloških i hidroloških podataka za područje općine Trebinje, maksimalna produkcija deponijskog filtrata se očekuje u proljeće, a minimalna u jesen.

5.1 Hidraulički proračun deponijskog filtra

Za proračun količine deponijskog filtrata koristili su se sljedeći parametri:

- Prosječna godišnja količina padavina (1963.-1982.): $P_{sr} = 1793,9 \text{ mm}$
- Površina novoprojektirane radne plohe deponija Obodin: $A = 40.000 \text{ m}^2$
- Broj stanovnika za projektni period od 5 godina: $N = 35.000 \text{ stanovnika}$
- Prosječna godišnja temperatura: $T = 14,1^\circ\text{C}$



Empirijski proračun količina procjedne vode (Bogomolov, 1975) za vrijeme rada deponija, s obzirom na količinu oborina, iznosi:

$$Q = \frac{k \cdot (A \cdot P)}{365} \text{ (m}^3\text{/dan)}$$

Gdje je :

k – koeficijent koji karakterizira sposobnost apsorpcije vlage i isparavanja otpada (k= 0,15)

A – površina pod otpadom (cca. 4 ha)

P – prosječna godišnja količina oborina (1793,9 mm)

Količina procjednih voda prema navedenoj formuli bi iznosila:

Q = 29,48 m³/dan (0,35 l/s tj. 1,26 m³/h) , cca. 884 m³/mj., odnosno godišnje cca. 10612m³ procjedne vode.

Uzimajući u obzir prethodno navedene analize količina deponijskog filtrata pristupilo se i usporednoj analizi iskustava i statističkih pokazatelja produkcije filtrata.

Tako se za projektiranje postrojenja deponijskog filtrata uzimaju sljedeći parametri:

- slabo zbijeni slojevi otpada 5-10 m³/ha,d
- veoma zbijeni slojevi otpada 4 – 5 m³/ ha,d
- zatvorena područja 2,5 m³/ha,dan

U odnosu na preporučene projektne parametre, za površinu buduće radne plohe Obodina od 4 ha i 5 m³/ha,dan, očekivana produkcija filtrata bi iznosila Q=20 m³/dan.

Pri dimenzioniranju objekata za tretman filtrata usvojila se očekivana produkcija filtrata od Q= 30 m³/dan.

5.2 Prikupljanje i tretman deponijskog filtrata sa novoprojektirane plohe

Prikupljanje deponijskog filtrata predviđeno je drenažnim sustavom. Glavni drenažni kolektor prolazi kroz glavno reviziono oknu i nastavlja prema bazenu za prikupljanje deponijskog filtrata. U slučaju izvanrednih situacija (kiše kratkog trajanja), u glavnom je revizionom oknu predviđena ugradnja zatvarača. Na taj bi se način mogla zadržati procjedna voda u drenažnim kanalima, tj. u tijelu deponija. Na ovaj se način dijelom osigurava nepredviđeni dotok u bazen za prikupljanje filtrata, a ujedno se i poveća postotak vlažnosti tijela deponija. Iz glavnog revizionog okna izlazi glavni drenažni kolektor, DN 300, ductil liv i ulazi u bazen za prikupljanje deponijskog filtrata.

Način obrade deponijskog filtrata (komunalni otpad) može biti veoma različit. Neki od postupaka koji su se analizirali kao potencijalno rješenje tretmana filtrata sanitarnog deponija Obodin su:

- crpljenje, transport cisternama i tretman na gradskom postrojenju za tretman komunalnih otpadnih voda Trebinja,
- kontejnerska postrojenja s reverznom filtracijom,
- recirkulacija prikupljenog deponijskog filtrata,

Imajući u vidu broj stanovnika, produkciju otpada, max. površinu deponije, projektiranu max. visinu depozita i projektni period rada deponije, analizirani su tehnički i ekonomski opravdana rješenja.



Kao jedno od najekonomičnijih rješenja nameće se korištenje postojećeg postrojenja za tretman otpadnih voda grada Trebinja.



Slika 4. Tretman filtrata

Glede tretmana filtrata za deponij Obodin, idejnim rješenjem se predlaže recirkulacija deponijskog filtrata - jedno od relativno najpraktičnijih i najpovoljnijih tehno-ekonomskih rješenja. Filtrat se prikuplja i odvodi iz tijela deponija drenažnim sustavom do bazena za skupljanje deponijskog filtrata. Prikupljeni deponijski filtrat se posredstvom pumpi, instaliranih u zatvaračkoj komori uz sam bazen i sustavom cijevi transportira na radnu plohu deponija. Tijelo deponija djeluje kao biološki filter. Razvodni cjevovod za polijevanje radne plohe deponija se pomjera visinski i polijevanje se vrši samo na onom dijelu na kojem je postavljena brtvena folija i drenaža.

Postupkom recirkulacije i polijevanja filtrata na površinu svježeg otpada pospješuje se razgradnja organskih materija, smanjuje se količina filtrata isparavanjem, a i sami postupak montaže, rukovanja i održavanja sustava je tehnički jednostavan i ekonomski povoljan.

5.3 Vraćanje filtrata

Polijevanje (ne prskanje) radne plohe odlagališta filtratom vrši se pomoću navedenog razvodnog sustava cijevi i serije zatvarača. Otvaranjem određenog broja zatvarača ispušta se filtrat na površinu deponija. Razvodni cjevovod PEHD, klase 4 bara, DN 50/46 mm je položen po površini otpada i fleksibilan pa ga je moguće ručno pomjerati. Tehnologiju polijevanja treba svakodnevno pratiti i paralelno bilježiti s ostalim podacima za količinu i kvalitetu filtrata. Intenzitet i lokacija polijevanja se mogu po potrebi korigirati.

6. BALIRANJE OTPADA

Zbog nedostatka prostora na području deponija Obodin na ulaznom djelu, idejnim se rješenjem predlaže prostor za baliranje otpada. Na taj bi se način ne samo mogla iskoristiti veća površina za odlaganje otpada, već bi se otpad zbrinjavao na suvremenoj razini, čistijim, prirodnijim i efikasnijim putem. Kod samog deponija Obodin, zbog povećavanja broja



stanovnika u nekoj skoroj budućnosti, balirani se otpad može spaljivati te se na taj način dobiti neki oblik toplotne energije.

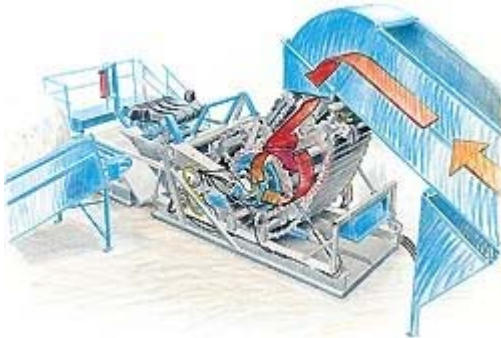
Baliranje je nova tehnologija ekološkog zbrinjavanja otpada koja u potpunosti nadilazi potrebu odlaganja neobrađenog otpada na deponij.

Tehnologija baliranja koristi se za obradu komunalnog otpada, krutih ostataka industrijske i poljoprivredne proizvodnje te glomaznog otpada uz prethodni postupak usitnjavanja.

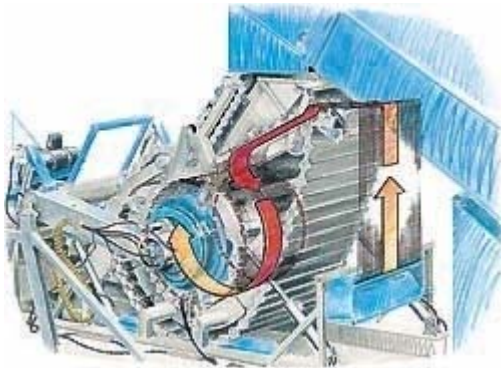


Slika 5. Baliranje otpada

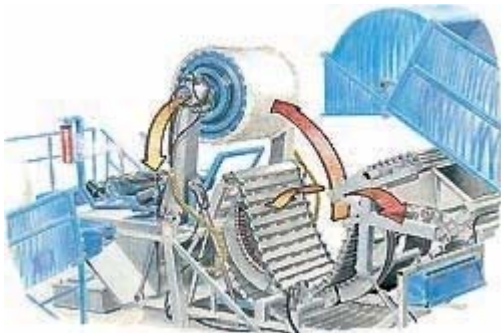
6.1 Postupak baliranja



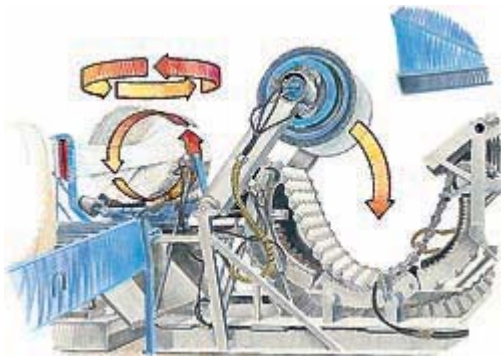
U stroju za baliranje otpad se iz spremnika prenosi pokretnom trakom i ubacuje u cilindričnu komoru za prešanje. U komori se otpad postepeno, u dijelovima, tlači na tri do četiri puta manji volumen, ovisno o sastavu otpada, i spiralno umata u cilindričnu balu, volumena od 1,3m³, visoku 1,2m i promjera 1,2m.



Prije podizanja iz komore i prebacivanja na postolje za omatanje, bala se pričvrsti plastičnom mrežicom od politena kako bi otpad ostao kompaktan i u pravilnom cilindričnom obliku. Osim što je čvrsta, politenska masa je i ekološka: moguće ju je reciklirati ili spaliti, pri čemu su glavni produkti CO₂ i voda.



Kada je postupak baliranja gotov, komora se otvara i bala se prebacuje na postolje za zamatanje. Prebacivanje se izvodi polugama koje u postupku baliranja predstavljaju bočne strane komore.



Na kraju strojnog procesa balirani se otpad zamota rastezljivom i nepropusnom folijom od politena, čime se otpad u potpunosti izolira od okoliša. Dok se bala zamota, poluge se vraćaju u početni položaj kako bi počelo formiranje nove bale.

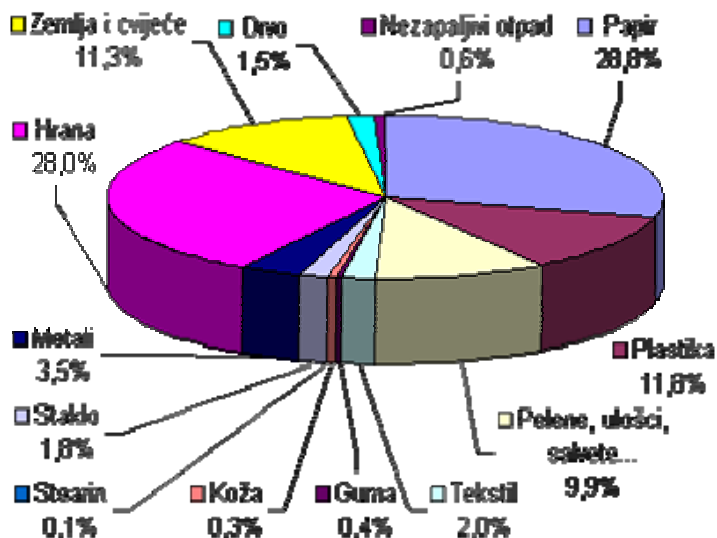


Zamotana bala prebacuje se na pokretnu vrpcu odakle je viljuškar sa specijalnim hvataljkama odnosi na skladište.

Tehnološki proces izrade jedne bale traje od 3 do 4 minute, ovisno o sastavu otpada, i u potpunosti je kompjutorski programiran.



VRSTA KOMUNALNOG OTPADA I UDIO U BALI



TEHNOLOŠKI TROŠKOVI IZRADE JEDNE BALE

Električna energija	0,90 €
Rezervni dijelovi i maziva	1,90 €
Mrežica	2,00 €
Folija	2,50 €
Vijšak (plus održavanje)	1,00 €
UKUPNO	7,50 €

Slika 6. Vrijednosti otpada u bali i troškovi baliranja

6.2 Vrste uređaja

Uređaji za baliranje mogu biti stacionarni i mobilni. Stacionarni su većeg kapaciteta i koriste se za redovito zbrinjavanje otpada u gradovima. Mobilni uređaji su manjeg kapaciteta i pogodni su za rješavanje problema s otpadom u manjim sredinama. Uređaji za baliranje pokazuju se i kao vodeća tehnologija za sanaciju deponija. Stacionarna postrojenja koriste se za uklanjanje čitavih gradskih deponija, dok se mobilnim mašinama brzo i efikasno saniraju divlji deponiji, koji su obično razasuti po brojnim zabačenih lokacijama.

6.3 Skladištenje



Slika 7. Skladištenje baliranog otpada



Balirani otpad može se odlagati na uobičajena skladišta otvorenog tipa, što se u idejnom rješenju za područje deponija Obodin i predlaže. Nema opasnosti od trovanja kišnice, tla i podzemnih izvora pitke vode, kao ni od smrada, isparavanja toksičnih plinova, samozapaljenja otpada i kancerogenih dimova, širenja zaraznih bolesti putem životinja koje se otpadom hrane, i ostalih posljedica uobičajenog odlaganja otpada na deponij.

Prešanjem otpada na nekoliko puta manji volumen, tehnologija baliranja doprinosi recipročno manjem zauzimanju prostora za potrebe odlaganja otpada. Cilindrični oblik bale omogućuje skladištenje bez opasnosti od oštećenja rubova i rasipanja otpada, kao što bi to bio slučaj da je bala kockasta.

6.4 Transport

Prednost cilindričnog oblika bale očituje se i kod transporta otpada. Okrugla površina bale omogućuje brz i efikasan pretovar te uspješan prijevoz bez opasnosti od oštećenja folije.

Manji volumen baliranog otpada i higijena bale pogodni su za ekonomičan i čist transport otpada običnim teretnim vozilima ili željeznicom.



VRSTA OTPADA	TEŽINA BALE
Komunalni otpad s organskim tvarima	800 – 1150 kg
Komunalni otpad bez organskih tvari	600 – 800 kg
Industrijski otpad	450 – 750 kg
Šumski ostaci	500 – 700 kg
Drvene strugotine	350 – 450 kg
Drveni iver	600 – 700 kg
Miješano papir/ljepenka	550 – 800 kg
Rebrasti papir	400 – 600 kg
Autogume, rezane	800 – 1200 kg
Autogume, cijele	550 – 800 kg
Plastika	550 – 600 kg
Plastične boce	150 – 250 kg
Treset	750 – 950 kg
Trava/slama	350 – 450 kg
Silaža	700 – 1500 kg
Otpadno povrće/voće	1000 – 1700 kg

Slika 8. Transport otpada

7. ZAKLJUČAK

Odlagališta otpada imaju zadatak da kontrolirano i trajno zbrinu odloženi otpad i sačuvaju okoliš od njegovog štetnog utjecaja. Uslijed neadekvatnog upravljanja deponijem već duži niz godina, deponij Obodin je doveden na razinu „smetlišta“ i kao takav predstavlja opasnost za okolinu. No, zbog svih navedenih ideja i podataka dolazi se do zaključka da je predloženo rješenje za sanaciju otpada na deponij Obodin jedno od adekvatnih, dugoročnih rješenja. Sanacijskim radovima spriječit će se pojava požara i neprijatnih mirisa, miješanje oborinskih i procjednih voda, te nekontrolirano odlaganje otpada. Postići će se smanjenje postojećih negativnih utjecaja deponija na životnu sredinu, a na ovaj način će biti i produženo vrijeme eksploatacije deponija i odlaganje otpada prikupljenog na teritoriju grada.



Također lokacija ima gotovo idealna rješenja za deponij, uz kvalitetan način rada i zatvaranja deponija ona dobiva sliku suvremenog odlagališta na području općine Trebinje. Važno je naglasiti da saniranjem te zatvaranjem odlagališta problemi ne nestaju, već je potrebna dugotrajna kontrola podzemne i površinske vode te kretanja plinova. Zatvaranjem odlagališta moguće je predvidjeti više namjena prostora, međutim najekonomičnije je odlagalište urediti uspostavljanjem prirodnog rezervata. Ono što idejnim rješenjem deponij Obodin čini posebnijim od drugih jest prostor za baliranje otpada.

Uspostavom pridruženog reciklažnog dvorišta, točnije prostora za baliranje otpada, efektivne količine komunalnog otpada za konačno odlaganje na sanitarnom deponiju se mogu značajno smanjiti, čime bi se prostor za odlaganje daleko racionalnije koristio. Bez uvođenja baliranja na spomenutom deponiju nemoguće je zamisliti bilo kakav cjelovit sustav upravljanja otpadom. Recikliranje, osim što smanjuje emisije plinova, korištenje energije i ovisnost o uvozu sirovina, poboljšava i kvalitetu tla i stvara radna mjesta. Ovim bi općina Trebinje napravila najveći ekološki iskorak posljednjih desetljeća.

LITERATURA

1. Ekspertizna studija o sanaciji i prevođenju postojeće gradske deponije smeća u Čičevu – Trebinje u sanitarnu deponiju, Javno preduzeće «Prostor» Mostar, Mostar 1990.
2. Glavni tehnološki projekat odlaganja čvrstih otpadaka na regionalnoj deponiji «Vratnica» općina Breza, Ilijaš, Visoko, Industrijski projektni zavod «Uniprojekt» Zagreb, Zagreb 1985.
3. Sanitarne deponije, Prof. Dr. Munir Jahić, Bihać 2006.
4. Hidrologija I dio, Prof. Dr. Stevan J. Prohaska, Beograd 2003.
5. Solid Waste Management, Dr.-Ing. Klaus Fischer, ISWA Institute Stuttgart
6. Guidelines for an Appropriate Management of Sanitary Landfill Sites, Hansjoerg Oeltzschner, Dieter Mutz, Eschborn/Munich 1996.
7. Introduction to Environmental Engineering, Mackenzie Davis, David. Cornwell, New York 1998.
8. Waste Management and Waste Technology, Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Chem. Erwin Thomanetz 2005.
9. Sanitary landfill, Headquarters, Department of the US Army 1994.
10. <http://www.drydenaqua.com/> - Tretman prečišćavanja procjednih voda