



Kantonalno javno komunalno preduzeće "RAD" d.o.o.

Paromlinska 57, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Telefon: 658-038, 616-101, 641-051, 641-442, 611-766; Fax: 656-812, 654-480, 643-966

E-mail: jkpradsa@bih.net.ba; web: www.rad.com.ba; EKO telefon: 660-000

ID broj: 4200316890001, PDV broj: 200316890001, Poreski broj: 0170010500, Šifra djelatnosti: 90.000
Preduzeće registrovano kod: Kantonalni sud u Sarajevu, Rješenje broj U/I 1664/89, Matični reg.broj 1-1819

22/18
1879

Naš broj: 02-01-07

Sarajevo, 07. 08. 2019. god.

Bosna i Hercegovina

Federacija Bosne i Hercegovine

SKUPŠTINA KANTONA SARAJEVO

Ul. Reisa Džemaludina Čauševića 1.

71000 Sarajevo

08-08-2019
01-05-28145-92

Predmet: Odgovor na zastupničku inicijativu zastupnika Zvonka Marića – broj: 01-05-28145-54/19 od 24.07.2019. godine

Poštovani!

Kao odgovor na zastupničku inicijativu (broj: 01-05-28145-54/19 od 24.07.2019. godine) koju je podnio zastupnik Zvonko Marić na Dvanaestoj radnoj sjednici Skupštine Kantona Sarajevo, u okviru tačke Dnevnog reda „Poslanička/zastupnička pitanja, inicijative i odgovori“, u prilogu dopisa dostavljamo *Studiju za smanjenje procjednih voda deponije Smiljevići u organizaciji Svjetske Banke – CD.*

PRILOG:

1. *Studija za smanjenje procjednih voda deponije Smiljevići u organizaciji Svjetske Banke – CD.*

D. Direktorica
Era Amautović, dipl.pravnik
[Redacted signature]

Dostaviti:

1. Naslovu
2. R.J. DEPONIJA
3. a/a



UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI

IZVJEŠTAJ O TRENUTNOM STANJU – ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA
PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM -
SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U
SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO

DECEMBAR 2018
SVJETSKA BANKA

UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI

IZVJEŠTAJ O TRENUTNOM STANJU – ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA
PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM -
SMILJEVIĆI,, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U
SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO

Izjava o odricanju od odgovornosti: Izradu ovog materijala/dokumenta finansirala je Švedska agencija za međunarodni razvoj i saradnju (Sida). Autor dokumenta snosi punu odgovornost za sadržaj dokumenta. Sida se ne mora slagati sa stavovima i tumačenjima izraženim u dokumentu.

BROJ PROJEKTA

A110036

BROJ DOKUMENTA

002.3-LOC

VERZIJA

6.0

DATUM OBJAVLJIVANJA OPIS

05 decembar
2018.

Izvještaj o trenutnom stanju-
Zadatak 3

PRIPREMIO/LA

CASK/MV

PROVJERIO/LA

ANMO

ODOBRIO/LA

ANMO

SADRŽAJ

1	Uvod	5
2	Podaci prikupljeni tokom posjete deponiji	6
2.1	Opća zapažanja	6
2.2	Lokacija i površina	7
2.3	Nastanak i razvoj deponije	8
2.4	Količina i starost otpada	10
3	Okolišna procjena deponije	13
3.1	Opći podaci	13
3.2	Stabilnost deponije	13
3.3	Podzemne vode	14
3.4	Površinske vode	14
3.5	Zrak	14
3.6	Procjedne vode	14
4	Opći nalazi inicijalne analize deponije	17

PRILOZI

Prilog A Situacione mape deponije

Prilog B Kvalitet i kvantitet procjednih voda na odlagalištu Smiljevići

Prilog C Poprečni presjek deponije

1 Uvod

Ovaj **izvještaj o trenutnom stanju** izradio je COWI A/S zajedno sa Sarajinženjering d.o.o. u okviru zadatka "Unapređenje sedam deponija čvrstog otpada u BiH – Preliminarna studija izvodljivosti, idejno rješenje i preliminarna analiza uticaja na okolinu i društvo" (u daljem tekstu: ugovor o konsaltingu), koji se realizuje u ime Svjetske banke.

Svrha zadatka je pružanje podrške Bosni i Hercegovini u poboljšanju spremnosti za provođenje investicionih projekata upravljanja čvrstim otpadom. Nalazi ovog preliminarog zadatka poslužit će za izradu studija, poput preliminarne studije izvodljivosti za određeni broj postojećih deponija/površina, te pripremu dokumentacije idejnog projekta, kako bi se moglo započeti sa ubrzanom izradom izvedbenih projekata i sveobuhvatnom procjenom uticaja na okolinu i društvo (u skladu sa posebnim ugovornim aranžmanima koji nisu predviđeni u opisu projektnog zadatka) kada se donese odluka o ulaganju u rehabilitaciju, odnosno zatvaranje deponija u Brčko distriktu BiH (BD BiH), Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) i Republici Srpskoj (RS).

Izvještaj o trenutnom stanju je sačinjen u skladu sa opisom projektnog zadatka (ToR), dio 3.3 i 3.4, i jedan je od predviđenih rezultata Zadatka A- Tehnička pomoć za saniranje i zatvaranje nesanitarnih deponija, koji se odnosi na rezultate posjete konsultanta Regionalnom centru za upravljanje otpadom - Smiljevići, dana 3. jula 2018. godine i preliminarnu analizu informacija dobijenih od uprave odlagališta tokom posjete.

2 Podaci prikupljeni tokom posjete deponiji

2.1 Opća zapažanja

Regionalni centar za upravljanje otpadom - Smiljevići (RCUO Smiljevići) nalazi se u općini Novi Grad, Sarajevo. Formirano je u prirodnoj depresiji koja se nalazi oko 3 km od centra grada Sarajevo, a okružuju ga naselja Buća Potok, Briješće, Smiljevići i Zabrđe. Deponija se prostire na prirodnoj kosini s ispustom u kanalisani dio Lepeničkog potoka. Radi se o najvećem regionalnom odlagalištu u Bosni i Hercegovini koje je u 2017. godini prilikom 240.510 tona otpada, od čega je 156.612 tona bio komunalni otpad.

RCUO Smiljevići je u vlasništvu Kantona Sarajevo u čiji sastav ulaze četiri općine grada Sarajevo (Centar, Stari Grad, Novo Sarajevo i Novi Grad) i pet drugih općina: Hadžići, Ilidža, Ilijaš, Trnovo i Vogošća. RCUO Smiljevićima upravlja Kantonalno javno komunalno preduzeće "RAD" Sarajevo koje obavlja djelatnost prikupljanja, odvoza i odlaganja komunalnog otpada u Kantonu Sarajevo. Otpad se prikuplja u svih 9 općina i odvozi na RCUO Smiljevići.

Tabela 1. Stanovništvo po općinama Kantona Sarajevo (prema Popisu stanovništva iz 2013. godine)

Općina	Broj stanovnika	Stanovništvo urbanih sredina %	Stanovništvo ruralnih sredina %
Centar	55.181	100	0
Stari Grad	36.976	22,3	77,7
Novo Sarajevo	64.814	100	0
Novi Grad	118.553	26,5	73,5
Hadžići	23.891	100	0
Ilidža	66.730	100	0
Vogošća	26.343	100	0
Ilijaš	19.603	0	100
Trnovo	1.502	42,6	57,4
UKUPNO	413.593	91,1	8,9

Većina objekata na RCUO Smiljevići smještena je na zaravnjenim površinama, ispod i iznad vrlo strmog prostora za odlaganje, osim sortirnice otpada koja se nalazi uz središnji dio deponije. Zgrade i objekti RCUO Smiljevići sastoje se od ulazne kapije, upravne zgrade, energane na deponijski plin, sortirnice otpada, reciklažnog dvorišta, deponije inertnog otpada, hidrološke stanice, meteorološke stanice, radionice za održavanje vozila, kolske vage, praonice vozila, postrojenja za tretman procjednih voda i drugih objekata. RCUO Smiljevići je ograđen betonskom ogradom koja je visoka 2,5 metra i duga 5.000 metara. U krugu RCUO-a koriste se asfaltirani i neasfaltirani servisni putevi.

Donji (nožični) dio deponije je prekriven slojem zemlje od cca 1m i izvršeno je ozelenjavanje na kojem se formirala vegetacija (sanirani dio 5,6 ha). Aktivni dio deponije je prekriven slojem zemlje 50-60cm u toku 2016-2017.godine.

Slika 1. Sarajevska deponija – površina na kojoj se trenutno odlaže otpa (Izvor: Arhiva konsultanta, posjeta deponiji, 3. jul 2018.)



Glavni projekat - Transformacija postojećeg smetljišta u Smiljevićima u sanitarnu deponiju, HIS Višnjica izrađen je 1998. godine. U julu 2017. godine preduzeće Geo AVAS izradilo je "Elaborat o ispitivanju stabilnosti tijela deponije sa osvrtom na mogućnost proširenja odlagališta na gradsku deponiju u Sarajevu". COWI A/S je zajedno sa Sarajinženjering d.o.o. započeo analizu studije, konkretno dio koji se odnosi na poprečne presjeka deponije (Prilog C) i zaključak studije. Rad na analizi pomenute studije će se nastaviti i detaljnije opisati tokom izrade preliminarne studije izvodljivosti u okviru ovog projekta.

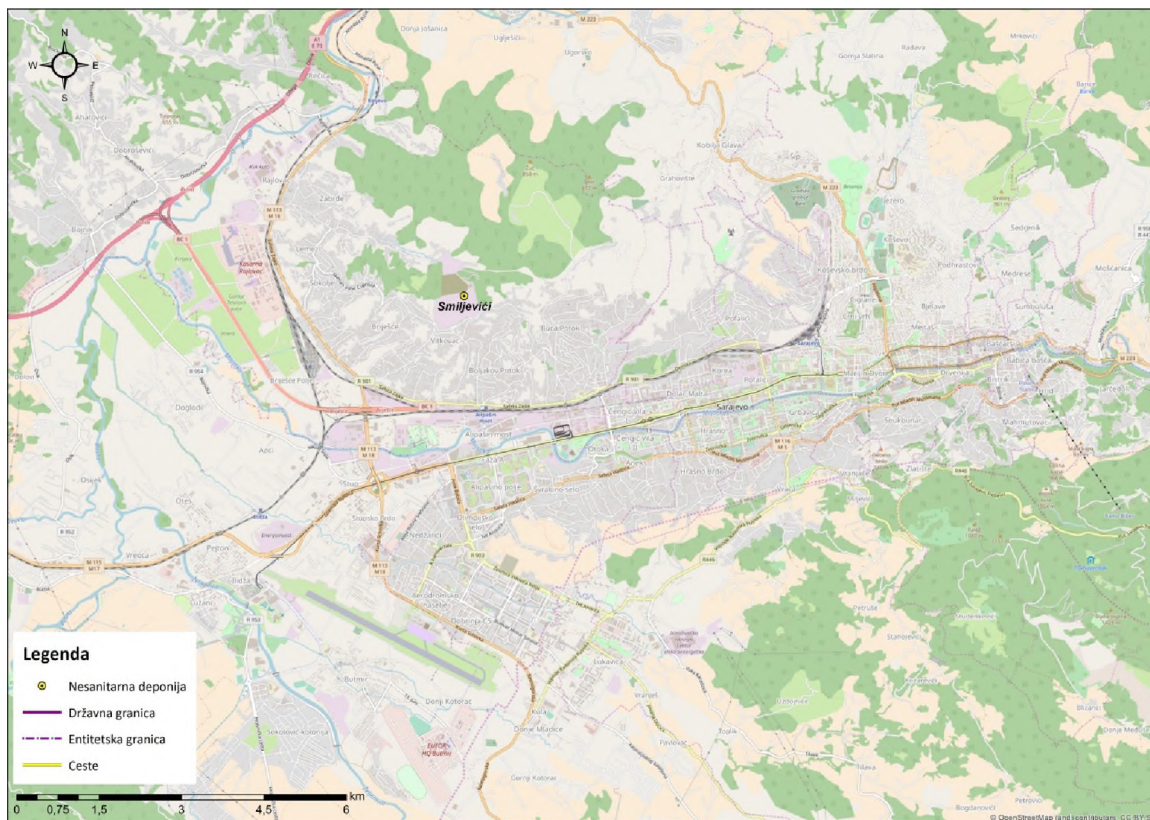
Situaciona mapa deponije nalazi se u Prilog A. Serija poprečnih presjeka, odnosno profila, koji prikazuju slojeve i konfiguraciju različitih dijelova odlagališta, sadržana je u dostupnoj dokumentaciji, te će se nadopuniti rezultatima geodetskih snimanja koje će konsultant izvršiti u narednoj fazi projekta. Stanje na odlagalištu je dalje opisano u sljedećem poglavlju.

2.2 Lokacija i površina

RCUO Smiljevići se nalazi na granici između poluurbanog i urbanog područja. Razdaljina između plohe na kojoj se trenutno odlaže otpad i najbližeg stambenog objekta je manja od 500 metara. Udaljenost deponije od centralne gradske zone je približno 3 km, odnosno približno 6 km od centra grada Sarajeva (slika 2)

Na RCUO Smiljevići su postavljene tri ulazne kapije. Dva ulaza se nalaze na južnom dijelu deponije. Na svakom ulazu nalazi se kapija, kolska vaga i portirnica, s tim da na ulazu iz pravca Zabrda na dnu deponije nije postavljena kolska vaga.

Slika 2. Lokacija RCUO Smiljevići i okruženja¹



2.3 Nastanak i razvoj deponije

Lokalitet na kojem se deponija nalazi koristi se za odlaganje otpada od 1962. godine. Tokom prvog perioda rada deponije, sve do 1997. godine, nisu provedene nikakve kontrolne mjere već se otpad samo istresao na odlagalište. Istresanje otpada je vršeno niz kosinu postojeće kotline što je dovelo do klizanja velikih količina otpada.

Tokom 1997. godine izrađen je idejni projekt deponije, a na osnovu njega i glavni projekt. U tom periodu je oko cijelog prostora deponije postavljena ograda.

U okviru pilot projekta 1998. godine na 5.000 m² deponije postavljen je gornji brtveni sloj glinovite mase. Nakon toga, u periodu 2001-2004, otvara se prva prava, kontrolisana ploha od 50.000 m² sa brtvenim slojem glinovite mase debljine oko 0,8-1,0 m i folijom od polietilena visoke gustoće (HDPE) od 2,5 mm preko brtvenog sloja. Nakon prve plohe izgrađena je centralna ploha od 90.000 m², koja je građena u periodu od 2005 - 2016. godine.

¹ Izvor: Sarajinženjering d.o.o. Sarajevo, juli 2018.

U periodu od 1999. do 2000. godine instalirani su bunari za sakupljanje plina, kada se počinje vršiti otplinjavanje i spaljivanje plina pomoću baklje za spaljivanje plina. Sakupljeni plin se jedno vrijeme koristio u postrojenju za proizvodnju električne energije. Sistem za sakupljanje plina trenutno nije u funkciji.

Nakon 1998. godine postepeno su formirane nove plohe za odlaganje otpada. Procjedne vode se sakupljaju i trenutno (2018) ispuštaju u Lepenički potok u podnožju. Lepenički potok teče kroz kanal dug 200 m duž južnog ruba deponije. Ukupna količina ispuštenih procjednih voda u ovom trenutku iznosi 2,5-3,5 l/s. U ovaj ispušt ispuštaju se procjedne vode iz tri glavna izvora, a to su (1) duboka drenaža (ispod multibarijernog sloja), u kojoj se sakupljaju procjedne vode iz dubokih slojeva starog otpada; (2) plitka drenaža (drenažni sistem iznad izolacije), u kojoj se sakupljaju procjedne vode koje protiču kroz slojeve svježeg odloženog otpada i (3) "kalota" (otvor na vrhu kanala kroz koji teče Lepenički potok) na najnižoj tački deponije u koju se slijevaju procjedne vode iz starog dijela deponije ispod drenažnog sloja. Duboke drenaže ne prikupljaju podzemne vode vezanih za izvorske vode u okolini. Količine vode u sistemu dubokih drenaža su vrlo male. Na osnovu informacija prikupljenih od strane Kantonalnog operativnog tima, sumnja se da se do "kalote" procjeđuju podzene vode okolnih izvora koji nisu uspješno kaptirani i kanalisani tokom prethodno izvršenih radova na sanaciji deponije..

Na osnovu podataka iz Plana za sanaciju i rekonstrukciju RCUO Smiljevići 2016 – 2020, drenažni sistem će biti unaprijeđen sa dva nova drenažna cjevovodakoji će prikupljati procjedne vode manjih zona deponije.

Postrojenje za mehaničko-biološki tretman procjednih voda pušteno je u pogon 2011. godine. Međutim, ovo postrojenje više nije u funkciji zbog pogreški u projektovanju postrojenja (pogrešni ulazni parametri koji nisu odgovarali stvarnim karakteristikama procjednih voda), ali i zbog nedostatka sredstava za finansiranje rada postrojenja. Procjedne vode se ispuštaju netretirane u Lepenički potok. Sastav ispuštenih procjednih voda se analizira svaki mjesec.

Iz EU sredstava je 2007.god. na deponiji Smiljevići izgrađena sortirnica za čišćenje selektiranog otpada. Otpad prikupljen u kontejnerima za selektivno prikupljanje otpada se odvozi u sortirnicu otpada radi poboljšanja čistoće selektiranih komponenti komunalnog otpada. U sortirnicu se dovozi papir, karton i plastična – najlonska folija koje prikupljaju dva mala otvorena vozila koja obilaze centar grada, te tržne centre i poslovne objekte gdje se prikupljaju navedene vrste sekundarnih sirovina. Sortirane sekundarne sirovine se baliraju u bale, skladište u sortirnici i prodaju kupcima sa kojima KJKP Rad ima sklopljen ugovor. Kapacitet sortirnice iznosi 3-4 t otpada na sat, odnosno 80 t dnevno (1/5 ukupnog komunalnog otpada koji dolazi na deponiju). Nedostatak sortirnice jeste skladišni prostor za skladištenje baliranih sekundarnih sirovina namijenjenih prodaji. U toku 2016.god. završeno je proširenje objekta sortirnice u pogledu izgradnje skladišta s nadstrešnicom.

U skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom i Kantonalnim planom upravljanja otpadom 2015.-2020.god., u 2016.god. izvršena je eksproprijacija jednog dijela zemljišta i pripremljena projektna dokumentacija za izgradnju postrojenja za reciklažu građevinskog otpada, reciklažnog dvorišta i deponije inertnog otpada čiji je cilj transformacija deponije Smiljevići u Regionalni centar za upravljanje otpadom (RCUO).

Na osnovu Plana za sanaciju i rekonstrukciju RCUO Smiljevići 2016 - 2020 koji je usvojen od strane MPUGiZO KS i Vlade KS na lokaciji RCUO-a se provodi se niz aktivnosti od kojih su najznačajnije:

- Bušenje i ugradnja novih sondi za otplinjavanje (35 komada) a u toku je i njihovo povezivanje sa postrojenjem i bakljom,

- Završetak i puštanje u rad novog reciklažnog dvorišta (2018. godine). Reciklažno dvorište je izgrađeno neposredno uz ulazno-izlaznu zonu RCUO, na uređenoj površini od 2.000 m². U reciklažno dvorište građani, odnosno pravni subjekti i domaćinstva, moći će dovoziti svoj otpad koji je pogodan za reciklažu. Unutar reciklažnog dvorišta izgrađena su posebna odjeljenja sa kontejnerima i plohami za prihvata i privremeno skladištenje različitih vrsta otpadnog materijala i
- Izgradnja deponije inertnog otpada čije puštanje u rad je planirano do kraja 2019. godine. U toku 2016. god. započeti su radovi na izgradnji deponije inertnog otpada na istočnoj strani RCUO „Smiljevići“, preciznije ispod vage, na površini od 16.641 m² (izvršena eksproprijacija) od ukupno potrebnih 59.386 m² za izgradnju. Uz deponiju inertnog otpada, planirana je izgradnja postrojenja za reciklažu građevinskog otpada, kako bi što veće količine bile ponovno iskorištene. Izdrobljeni građevinski materijal će se sortirati prema granulaciji i odlagati na za to utvrđenim lokacijama ili boksovima do njegovog plasmana na tržište.²

Procjenjuje se da će životni vijek preostalog aktivnog dijela deponije, ovisno o budućoj količini primljenog otpada, trajati od 5 do 15 godina uz otvaranje nove plohe. Postoje planovi za proširenje deponije na područje koje se nalazi uz odlagalište.

2.4 Količina i starost otpada

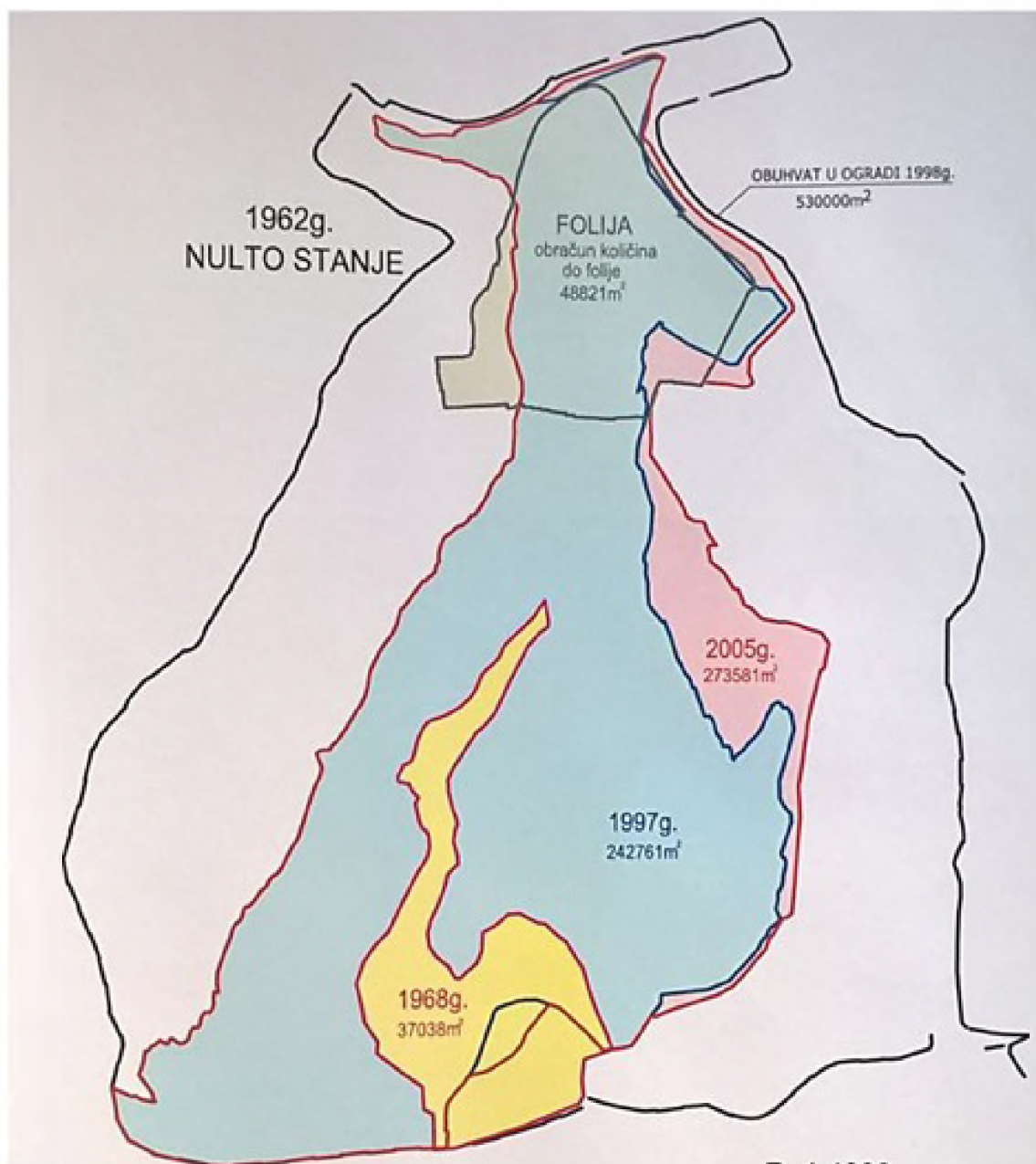
Ukupna ograda površina RCUO Smiljevići iznosi približno 60 hektara. Oko 50% navedene površine koristi se za odlaganje otpada (30 ha). Otpad se odlaže na odlagalištu od 1962. godine. Površina deponije u periodu od 1962. do 1968. godine iznosila je 3,7 hektara, a ukupna količina odloženog otpada 206.300 m³. U drugoj fazi, od 1968. do 1997. godine, odlagalište se širi i zauzima 24,3 hektara. Ukupna količina odloženog otpada u tom periodu iznosi 2.738.645 m³. Unapređenje deponije u sanitarnu deponiju započelo je u periodu 1997-1998. Tokom perioda od 1997. do 2005. godine, oko 1.407.182 m³ otpada odloženo je na površini od 27,4 hektara.

Prema Prostorno-planskoj dokumentaciji KS planirano je proširenje RCUO Smiljevići u cilju uspostave novih ploha za odlaganje otpada te izgradnje novih sadržaja (npr. MBO postrojenje) koji će imati za cilj smanjenja ukupnih količina otpada za odlaganje. Prema Odluci o izmjenama i dopunama odluke o provođenju Prostornog plana Kantona Sarajevo za period 2003- 2023. godina planirano je sljedeće: „U cilju formiranja Regionalnog centra za upravljanje otpadom proširiti sanitarnu deponiju Smiljevići sa sadašnjih 60 ha na 94,3 ha sa zaštitnim pojasom i uskladiti postojeće namjene sa funkcionalno-tehnološkim cjelinama koje trebaju sačinjavati RCUO“.

Razvoj RCUO Smiljevići u smislu količine otpada i površine koju odlagalište zauzima prikazan je na slici 3.

² Institut za hidrotehniku dd., ENOVA, Kantonalni plan zaštite okoliša KS, novembar 2017

Slika 3. Razvoj RCUO Smiljevići



Aktivnosti na pokrivanju starog otpada kompozitnim slojevima i otvaranje novih ploha za odlaganje otpada teku od 2005. godine, a ukupna površina za sanitarno odlaganje otpada trenutno iznosi oko 15 hektara. Obračuni rađeni na osnovu razlika u nagibu prema podacima snimanja iz 2005. godine i juna 2016. godine ukazuju da zapremina otpada odložena u ovom periodu iznosi približno 2.270.000 m³. Procjenjuje se da količina otpada koji je odložen u periodu od juna 2016. do jula 2018. godine iznosi otprilike 470.000 m³ na osnovu prosječne primljene količine otpada posljednjih godina (250.000 tona godišnje), od čega se 70% otpada odlaže uz pretpostavljenu gustinu od 0,75 tona/m³. Ažurirana procjena ukupne zapremine otpada na odlagalištu prikazana je u narednoj tabeli.

TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJ ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.

Tabela 2. Količina otpada i površine po periodu (Serdarević 2011. – ažurirano u julu 2018.)

Period	Količina otpada (m ³)	Površina (ha)
1962-1968	206.305	3,7
1968-1997	2.738.643	24,3
1997-2005	1.407.703	27,4
2005-2016	2.270.000	13
2016- juli 2018	470.000	2
Ukupna procjena	cca7.093.000	cca. 28

U narednim projektnim izvještajima bit će sadržano više detalja debljini slojeva otpada u različitim dijelovima deponije sa poprečnim presjecima, odnosno profilima koji prikazuju slojeve i konfiguraciju različitih dijelova deponije.

3 Okolišna procjena deponije

3.1 Opći podaci

Deponija Smiljevići trenutno ne ispunjava osnovne tehničke uslove za ograničavanje negativnih uticaja na okoliš deponije. Sistem za sakupljanje plinova i energana na plin nisu u funkciji zbog oštećenja. Postrojenje za tretman procjednih voda također nije u funkciji. Monitoring kvalitete procjednih voda radi se kontinuirano u skladu sa propisima/odobrenjem, dok se monitoring zraka i buke provodi jednom godišnje.

S obzirom da postrojenje za tretman procjednih voda trenutno nije u funkciji pretpostavlja se da ispuštanje netretiranih procjednih voda ima značajan uticaj na recipijent (Lepenički potok) nizvodno od deponije. Pretpostavlja se da procjedne vode također utiču i na podzemne vode, jer dijelovi deponije nemaju djelotvorne brtvene slojeve/sisteme za sakupljanje procjednih voda. Stanovništvo naselja Buća Potok, Smiljevići, Zabrđe i Briješće su pod najvećim uticajem deponije. U narednom periodu, odnosno izradom Preliminarne studije na okoliš i društvo biće jasno definisan utjecaj procjednih voda na površinske i podzemne vode.

Iako je odlagalište blizu stambenih naselja, uticaj deponije na izgled pejzaža nije toliko izražen. To je zbog toga što je dio deponije zatvoren i prekriven zemljom i rastinjem, a samo odlagalište je ogradoeno betonskom ogradom koju okružuje vegetacija.

3.2 Stabilnost deponije

Na osnovu Elaborata o ispitivanju stabilnosti provjereno je stanje postojećih zona sa aktualnim geološkim i geomehaničkim karakteristikama te izvršena simulacija i modeliranje za slučaj povećanja visine odlaganja u odnosu na glavni projekt u čelu deponije.

U okviru Preliminarne studije izvodljivosti će se izvršiti i provjera podataka pomenute studije.

Na odlagalištu se 1996. godine pokrenulo veliko klizište uzrokovano obilnim padavinama i eksplozijom plina u tijelu deponije. Tom prilikom je pomjereno oko 500.000 m³ otpada, čime je zatrpan i dio Lepeničkog potoka. Konsultant će detaljnije analizirati stabilnost postojećeg deponije u narednoj fazi projekta, kako bi se mogla procijeniti mogućnost kontinuiranog odlaganja otpada na odlagalištu.

3.3 Podzemne vode

Podzemne vode na odlagalištu izmjerene su na otprilike 25 m ispod površine okolnog tla. Vjerovatni uticaj procjednih voda na podzemne vode analizirat će se detaljnije u narednim fazama projekta.

3.4 Površinske vode

Površinske vode sa RCUO Smiljevići sakupljaju se putem mreže otvorenih kanala i usmjeravaju u Lepenički potok u podnožju deponije. Ispod tijela deponije postavljen je cjevovod kojim je regulisano oko 200 m Lepeničkog potoka. Površinski vodotok koji je regulisan cjevovodom i povezan sa Lepeničkim potokom pojavljuje povremeno ispod tijela deponije. Lepenički potok prima netretirane procjedne vode sa deponije i nosi ih kroz naselja Smiljevići, Zabrde, Rajlovac, sve do rijeke Bosne. Također bitno je napomenuti da naselja Smiljevići i Zabrde nemaju sistem kanalizacije, tako da degradaciji Lepeničkog potoka doprinosi i fekalna kanalizacija. Prema podacima dobivanim od Kantonalnog operativnog tima, odlučeno je da će se tretman procjednih voda biti priključen na sistem javne kanalizacija, kada ista bude izgrađena za spomenuta naselja.

3.5 Zrak

Plin sa deponije sakuplja se sa većih dijelova deponije i tretira bakljom prije ispuštanja u atmosferu. Energana na plinski pogon nije u funkciji. Sakupljanje plina se ne vrši djelotvorno na cijeloj površini deponije, te se procjenjuje da je ispušt netretiranog plina sa deponije u okolinu značajan. Pretpostavka se zasniva na nedovoljnoj mreži bunara za sakupljanje plina i nedostatku završnog brtvenog sloja na velikim dijelovima deponije.

Na aktivnom djelu deponije je izbušeno novih 35 bunara i deponija se trenutno nalazi u fazi uvezivanja bunara u sistem za otplinjavanje ovog dijela deponije. Vertikalni bunari su postavljeni prema ranije pripremljenom Glavnom projektu.

3.6 Procjedne vode

Procjedne vode sa deponije sakupljaju se i odvođe pomoću tri drenažna sistema. Prvi sistem čine drenažne cijevi promjera $\Phi 350$ i $\Phi 225$ mm i služi za sakupljanje procjednih voda u slojevima ispod novoizgrađene multibarijerne zaštite i sa drugih dijelova deponije koji više nisu u upotrebi. Kroz ovaj drenažni sistem protiče voda iz područja od oko 20 hektara (duboka drenaža- D). Drugi sistem cjevovoda promjera $\Phi 315$ mm sakuplja procjedne vode sa sanitarne plohe deponije koja je postavljena na multibarijernoj zaštiti i zauzima površinu od oko 15 hektara (plitka drenaža- P). Treći sistem sakuplja vodu koja se drenira kroz gornji dio betonskog kanala kroz koji teče Lepenički potok ispod tijela deponije (kalota - K).

Ukupna procijenjena količina procjednih voda kreće se od 2,5 do 3,5 l/s. U procjednim vodama iz plitke drenaže zabilježene su najveće varijacije u kvantitetu vode, dok su prema postojećim rezultatima monitoringa u količini procjednih voda iz duboke drenaže i kalote prisutne manje oscilacije. Više procjednih voda se sakupi pomoću kalote nego pomoću duboke drenaže. Sastav procjednih voda iz duboke drenaže odgovara metanskoj fazi na odlagalištu i gotovo je konstantan sa relativno malom količinom vode (0,2 do 0,3 l/s). Drenirana voda sakupljena u kaloti (što je ujedno i najniža tačka deponije) filtrira se kroz stari dio deponije. Prosječna količina vode iz kalote iznosi oko 1,5 l/s. Uticaj oborina uglavnom se ogleda u količini vode u plitkoj drenaži, što se može objasniti činjenicom da je

brzina infiltracije oborinskih voda najbrža kroz slojeve svježeg otpada. Količina vode koja se sakupi plitkom drenažom iznosi 1-2 l/s.

Na odlagalištu je postavljeno postrojenje za tretman vode sa MBR tehnologijom, ali trenutno nije u funkciji. Prema podacima prikupljenim od operatera deponije, glavni razlog zašto postrojenje za tretman otpadnih voda nikada nije uspješno radilo je vrlo često začepljenje potopljenog membranskog sistema za mikrofiltraciju (C-MEM) i loš kvalitet ulaznih parametara za projektovanje postrojenja za tretman otpadnih voda. Procjedne vode se trenutno bez ikakvog tretmana ispuštaju u Lepenički potok, kako je prikazano na slici 4.

Slika 4. RCUO Smiljevići – ispust neobrađenih procjednih voda Izvor: Arhiva konsultanta, posjeta deponiji, 3. jul 2018.)



Monitoring kvalitete procjednih voda vrši interna, ali i eksterna ovlaštena laboratorija svaki mjesec. Detaljna analiza kvalitete otpadnih voda radena je i u periodu uvođenja postrojenja za tretman otpadnih voda³ (vidi Prilog B o rezultatima monitoringa). Osim toga, Kantonalni operativni tim dostavio je i podatke o detaljnom ispitivanju procjednih voda koje je vršeno u julu 2018. godine, od strane TQM laboratorije (vidi Prilog B o rezultatima monitoringa). .Više detalja o kvaliteti procjednih voda bit će dostupno u narednim fazama projekta prilikom razmatranja vodnog bilanca deponije. Pri tome će se razmatrati područje deponije prema čeonom dijelu, zajedno sa budućom količinom otpada koji će doprinjeti stvaranju procjednih voda

³ A. Serdarević, Efikasnost i uvjeti rada MBR postrojenja, VODOPRIVREDA 0350-0519, Vol. 47 (2015) br. 273-275 str. 51-65

4 Opći nalazi inicijalne analize deponije

Konsultant je upoznat s nastojanjima da se plohe za odlaganje otpada novijeg datuma na sarajevskom odlagalištu izgrade i puste u pogon u skladu sa principima moderne sanitarne deponije. Nažalost, ta nastojanja nisu urodila plodom zbog:

- › nedovoljne pokrivenosti pojedinih zona deponije sistemom za prikupljanje procjednih voda;
- › nedostatka tretmana procjednih voda;
- › nedovoljne pokrivenosti otpada zemljom.

Konsultant smatra da bi se moglo razmotriti formiranje odgovarajuće sanitarne plohe na postojećoj deponiji (povećanju visine odlaganja otpada u čeonom dijelu kojom se neće narušiti stabilnost deponije) koja će imati dovoljan kapacitet za odlaganje otpada u narednih 5-10 godina dok se nova, buduća deponija, ne pusti u pogon. Prilikom razrade optimalnih opcija uspostave nove plohe i zatvaranja velike površine posebna pažnja će se posvetiti tehničkim rješenjima kao što su: brtvljenja deponije, analiza rizika od slijeganja i pucanja gornje multirbarijerne zaštite, opcije brtvenog sloja, spajanje sa centralnom plohom, tehnička rješenja ugradnje i otplinjavanje. Takvo rješenje, međutim, mora se pažljivo procijeniti uz detaljno razmatranje rizika od nastanka klizišta na cijelom tijelu deponije. Ove procjene će se vršiti i evidentirati u narednim fazama projekta.

Glavno pitanje u pogledu procjednih voda je kako minimizirati kvantitet procjednih voda koje ulaze u pogon za tretman vode. Radi toga potrebno je razmotriti pokrivanje i zatvaranje određenih dijelova deponije, zajedno sa unapređenjem sistema za sakupljanje i transport površinskih voda.

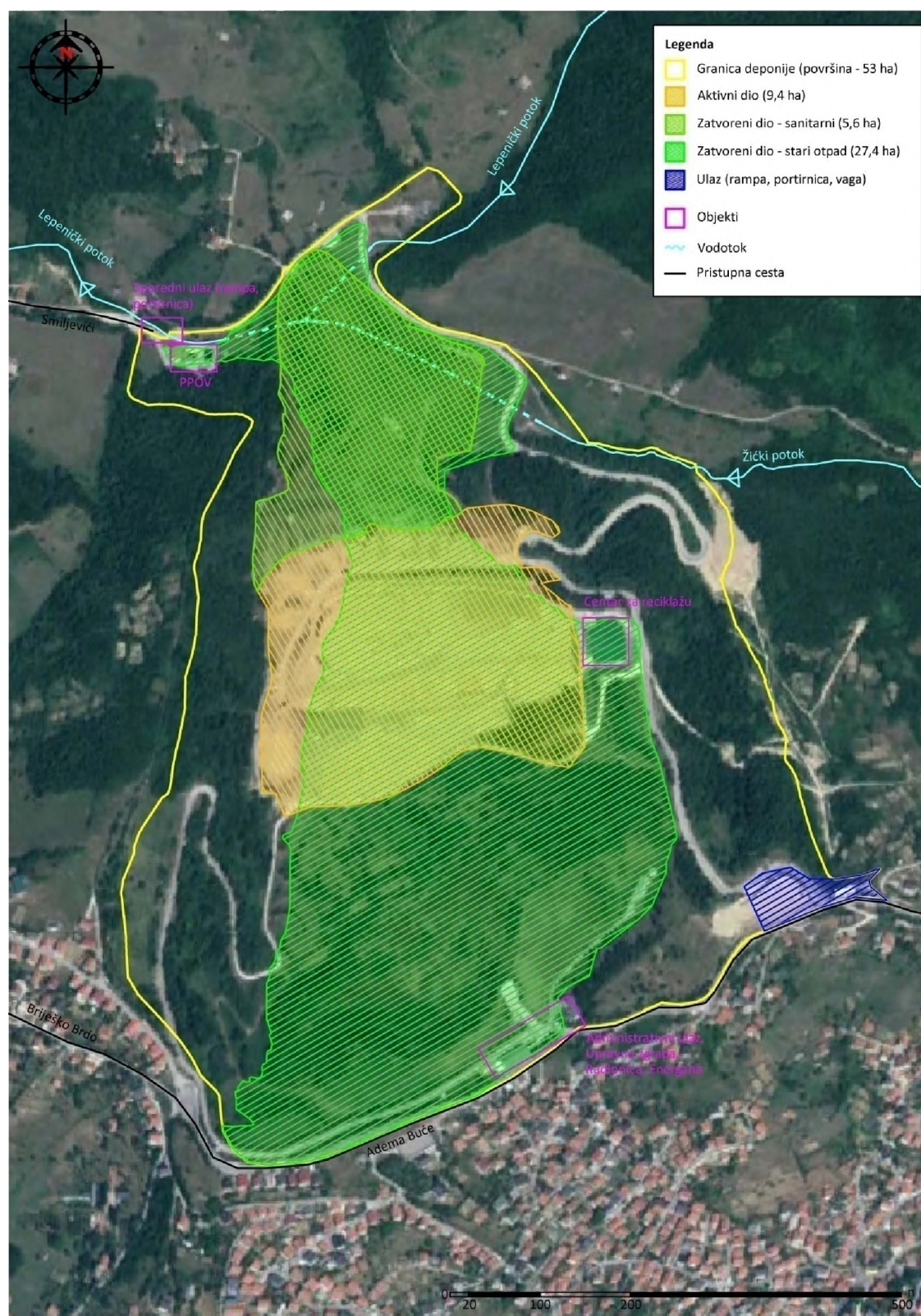
Konsultant će u okviru naredne faze projekta izraditi detaljni model kvantiteta i kvaliteta procjednih voda uzimajući u obzir cjelokupnu površinu koja utječe na nastanak procjednih voda, sa i bez zone koja bi bila predmetom zatvaranja, debljine slojeva otpada, klimatskih faktora - padavine i kvalitet procjednih voda.. Model će pružiti osnov za različite opcije u pogledu zatvaranja dijela deponije, te učinak svake opcije na kvalitet i kvantitet otpadnih voda.

Prilog A. Prilog A Situazione mape deponije

TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJ ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.



TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJ ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.



Prilog B. Kvalitet i kvantitet procjednih voda na RCUO Smiljevići

TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.

Br.	Parametar	Plitka drenaža	Duboka drenaža	Kalota	Mix.	MDK za kanalizaciju
1	Q (L/s)	cca 0,90	cca 0,33	cca 1,52	cca 2,75	
2	pH	8,22	7,94	7,27	7,78	5,5-9,5
3	Elektrovodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	15840	7960	8840	11930	-
4	TDS (mg/L)	10138	5094	5658	7635	-
5	Mutoća (NTU)	116	31,6	50,5	64,4	-
6	Boja (Pt/Co)	3000	500	750	1750	-
7	Susp. materije (mg/L)	128	25,4	13,2	58,6	< 300
8	HPK-Cr (mgO_2/L)	2093	727	978	1166	700
9	BPK-5 (mgO_2/L)	170	25	35	125	250
10	Ukupni-N (mg/L)	1202	530	608	822	100
11	Kjedhal-N (mg/L)	1193	529	608	818	-
12	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/L)	957	479	598	718	31,1
13	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	9,03	1,13	0,226	4,52	11,29
14	$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/L)	0,183	0,3	<0,0015	0,122	3,04
15	Ortofosfati/ $\text{PO}_4\text{-P}$ (mgP/L)	6,35	0,38	2,02	3,65	-
16	Ukupni fosfor/TP (mgP/L)	9,28	1,32	2,55	5	5
17	Sulfidi (mg/L)	24,0	6,4	9,6	18,4	1,0
18	MLSS u AB bazenu (g/L)	2,285				
19	Inhoff u AB (mL/L)	120				

Izvor: A. Serdarević, Efikasnost i uvjeti rada MBR postrojenja, VODOPRIVREDA 0350-0519, Vol. 47 (2015) br. 273-275 str. 51-65

TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.

Tabela. Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u površinske vode-Ispust Kalota
Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into surface waters

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u površinske vode/ Limit value for release into surface water-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018
Količina padavina/Rainfall* (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4,7	0,4	5,3	0,0	9,6
Protok/Flow*	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	20,2	24,2	20,8	22,4	25,9
Protok/Flow	m ³ /dan	/	98,7	100,1	88,2	74,4	104,1
pH/pH	/	6,5-9,0	7,68	7,56	7,84	7,59	7,48
Elektroprovodljivost/Conductivity	µS/cm	/	6630	7113	7240	6720	6840
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	3530	3910	3600	3250	5360
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	5,47	4,87	3,11	4,44	6,44
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	125	750	830	880	940	310
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	25	42,0	46,0	56,0	53,0	153,2
Amonijak/Ammonia	mgN/L	10	200,2	381,5	506,0	585,9	275,1
Nitrati/Nitrates	mgN/L	10	2,8	5,3	9,3	11,1	8,9
Organski azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	294,9	292,04	349,4	285,8	132
Nitriti/Nitrite	mgN/L	/	0,10	0,16	0,27	0,13	0,27
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	15	498	679	865	883	416,2
Taložive materije/Settleable solids	ml/L	0,5	0,02	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Ukupne suspendovane materije/Total suspended matter	mg/L	35	7	5	4	2	13
Boja/Color	(Pt Co skala)	/	740,0	857,0	699,0	781,0	802,0
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	25,2	35,0	41,0	24,3	27,8
Sulfati/Sulphates	mg/L	200	31	25	30	80	35
Sulfidi/Sulfides	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/Chlorides	mg/L	250	801,2	808,3	1063,6	1368,5	921,8
Fenoli/Phenols	mg/L	0,1	1,9	1,5	2,3	3,2	4,8
Cijanidi/Cyanides	mg/L	0,5	0,04	0,03	0,09	0,10	0,14
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	2,0	1,875	2,250	5,620	2,250	1,760
Ortofosfati/Orthophosphates	mgP/L	/	0,035	0,015	0,190	0,110	0,240
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	20	0,25	0,10	0,14	0,11	0,09
Željezo/Iron-Fe	mg/L	2	3,04	2,54	2,23	2,79	2,34
Bor/Borron-B	mg/l	1	10,20	11,90	11,30	12,10	11,70
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>50 %	-	-	-	-	-
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,0267	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0,1	0,0151	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0,5	0,1088	-	-	-	-
Nikl (Ni)	mg/L	0,5	0,0511	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	0,1284	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0,027	-	-	-	-

Izvor: Analiza vršna od strane laboratorije TQM

TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.

Tabela . Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u površinske vode-Ispust Plitka drenaža
Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into surface waters

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u površinske vode/ Limit value for release into surface water-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018
Količina padavina/Rainfall* (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4,7	0,4	5,3	0,0	9,6
Protok/Flow*	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	21,9	26,3	23,8	27,7	28,4
Protok/Flow	m ³ /dan	/	91,4	109,0	91,0	90,8	116,0
pH/pH	/	6,5-9,0	8,58	8,44	8,67	8,57	8,36
Elektroprovodljivost/Conductivity	µS/cm	/	14590	18180	14810	17180	17310
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	8150	13220	9120	10130	14930
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	4,38	1,91	4,50	3,76	1,33
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	125	3320	3660	1980	1090	1980
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	25	94,0	90,0	80,0	89,0	225,0
Amonijak/Ammonia	mgN/L	10	535,0	603,0	944,2	853,0	899,0
Nitriti/Nitrites	mgN/L	10	27,3	34,1	74,1	80,5	59,7
Organski azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	1062,3	387,2	630,7	495,2	240,4
Nitriti/Nitrite	mgN/L	/	0,34	0,69	0,95	1,25	0,86
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	15	1625,0	1025,0	1650,0	1430,0	1200,0
Taložive materije/Settleable solids	ml/L	0,5	0,11	0,13	0,12	0,15	0,18
Ukupne suspendovane materije/Total suspended matter	mg/L	35	85	109	56	60	34
Boja/Color	(Pt Co skala)	/	11352	12007	10349	11767	7742
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	56,2	55,2	54,6	60,2	61,4
Sulfati/Sulphates	mg/L	200	175	198	180	285	200
Sulfidi/Sulfides	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/Chlorides	mg/L	250	1737,2	2339,9	1985,4	2091,7	2127,2
Fenoli/Phenols	mg/L	0,1	6,9	6,5	5,4	6,3	9,5
Cijanidi/Cyanides	mg/L	0,5	0,31	0,45	0,24	0,64	0,37
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	2,0	9,620	15,120	15,225	17,00	20,620
Ortofosfati/Orthophosphates	mgP/L	/	0,172	0,700	0,850	1,230	0,230
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	20	0,51	0,36	0,25	0,18	0,48
Željezo/Iron -Fe	mg/L	2	2,13	1,98	2,34	3,04	5,36
Bor/Boron-B	mg/l	1	18,70	20,50	16,90	22,30	18,40
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>50 %	-	-	-	-	-
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,048	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0,1	0,0261	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0,5	0,341	-	-	-	-
Nikl (Ni)	mg/L	0,5	0,1516	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	0,2308	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0,1166	-	-	-	-

Izvor: Analiza vršna od strane laboratorije TQM

TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.

Tabela . Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u površinske vode-Ispust Duboka drenaža

Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into surface waters

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u površinske vode/ Limit value for release into surface water-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018
Količina padavina/Rainfall * (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4,70	0,40	5,30	0,00	9,60
Protok/Flow *	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	19,2	22,5	19,0	20,0	22,0
Protok/Flow	m ³ /dan	/	3,1	3,3	3,6	2,9	2,5
pH/pH	/	6,5-9,0	8,56	8,36	8,57	8,49	8,27
Elektroprovodljivost/Conductivity	µS/cm	/	6290	5510	4970	5150	5380
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	2770	3001	2880	3120	4080
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	7,88	6,48	7,27	6,85	3,84
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	125	490	650	260	590	170
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	25	33,0	30,0	45,0	41,0	137,0
Amonijak/Ammonia	mgN/L	10	147	132	440	320	325
Nitrati/Nitrates	mgN/L	10	2,1	4,2	3,8	5,7	3,2
Organski azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	217,7	313,5	255,8	287,1	56,3
Nitriti/Nitrite	mgN/L	/	0,12	0,21	0,32	0,19	0,17
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	15	367,1	450,0	700,0	613,0	381,3
Taložive materije/Settleable solids	ml/L	0,5	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ukupne suspendovane materije/Total suspended matter	mg/L	35	9	21	14	19	10
Boja/Color	(Pt Co skala)	/	363,0	345,0	378,0	303,0	310,0
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	7,4	12,6	8,4	6,7	6,0
Sulfati/Sulphates	mg/L	200	21	30	35	65	43
Sulfidi/Sulfides	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/Chlorides	mg/L	250	829,6	865,1	1003,6	992,7	992,7
Fenoli/Phenols	mg/L	0,1	1,2	1,3	2,5	2,9	3,6
Cijanidi/Cyanides	mg/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	2,0	1,13	0,75	0,63	0,75	2,59
Ortofosfati/Orthophosphates	mgP/L	/	0,125	0,094	0,113	0,141	0,052
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	20	0,31	0,08	0,11	0,13	0,06
Željezo/Iron-Fe	mg/L	2	0,66	0,56	0,87	1,02	0,55
Bor/Borron-B	mg/l	1	0,75	1,43	1,12	0,98	1,64
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>50 %	-	-	-	-	-
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,0382	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0,1	0,0229	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0,5	0,1022	-	-	-	-
Nikl (Ni)	mg/L	0,5	0,0024	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	0,0507	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0,0233	-	-	-	-

Izvor: Analiza vršna od strane laboratorije TQM

TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.

Tabela Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u površinske vode-Ispust Effluent

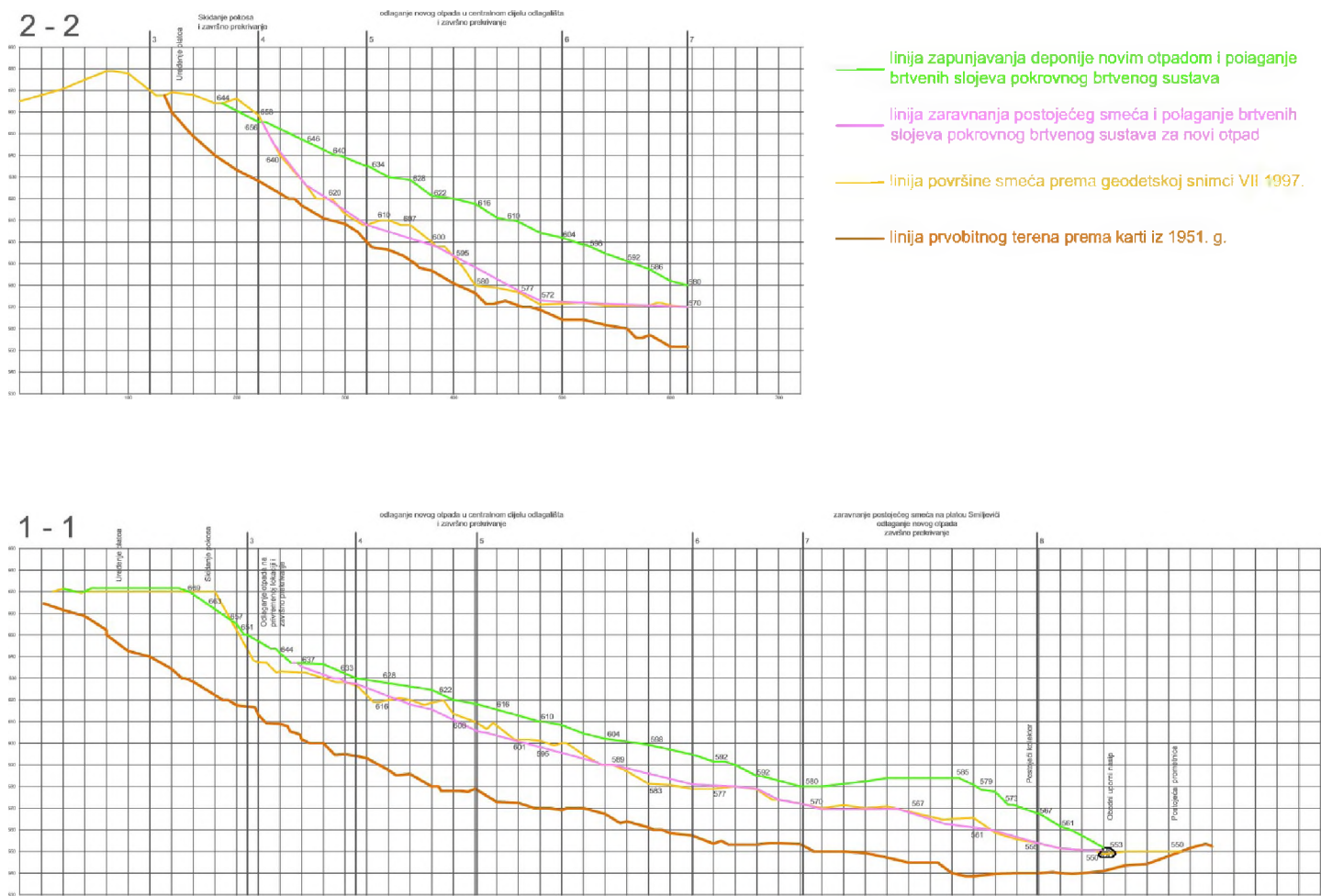
Table Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into surface waters

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u površinske vode/ Limit value for release into surface water-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018
Količina padavina/Rainfall* (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4,7	0,4	5,3	0,0	9,6
Protok/Flow*	m ³ /dan	/	188,0	207,0	167,0	173,0	215,0
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	21,2	25,3	22,2	24,7	26,3
Protok/Flow	m ³ /dan	/	193,1	212,4	182,8	168,1	221,5
pH/pH	/	6,5-9,0	8,47	8,33	8,45	8,39	8,28
Elektroprovodljivost/Conductivity	µS/cm	/	11600	12210	10900	11870	13130
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	6370	7100	6875	7320	6150
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	5,24	4,14	5,21	4,31	4,63
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	125	2230	2030	860	1045	740
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	25	49	50	60	78	177
Amonijak/Ammonia	mgN/L	10	440,6	508,0	751,7	665,0	493,6
Nitrati/Nitrates	mgN/L	10	24,5	30,8	70,4	76,1	54,2
Organski azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	434,9	385,8	701,9	583,1	572,0
Nitriti/Nitrite	mgN/L	/	0,59	0,32	0,68	0,75	0,92
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	15	900,0	925,0	1525,0	1325,0	1120,0
Taložive materije/Settleable solids	ml/L	0,5	0,12	0,10	0,15	0,09	0,20
Ukupne suspendovane materije/Total suspended matter	mg/L	35	115	73	133	93	70
Boja/Color	(Pt Co skala)	/	5193,0	5944,2	5670,0	4875,3	4077,8
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	43,8	41,8	38,6	38,4	31,4
Sulfati/Sulphates	mg/L	200	108	161	90	180	75
Sulfidi/Sulfides	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/Chlorides	mg/L	250	1524,5	1489,0	1559,9	1453,6	921,8
Fenoli/Phenols	mg/L	0,1	6,2	5,7	4,3	5,1	8,3
Cijanidi/Cyanides	mg/L	0,5	0,09	0,12	0,21	0,14	0,29
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	2,0	6,37	7,87	8,75	10,0	22,0
Ortofosfati/Orthophosphates	mgP/L	/	0,117	0,030	0,090	0,110	0,170
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	20	0,54	0,18	0,24	0,31	0,11
Željezo/Iron-Fe	mg/L	2	2,26	2,08	1,89	3,12	3,98
Bor/Borron-B	mg/l	1	15,45	16,70	15,32	16,20	14,20
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>50 %					
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,0635	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0,1	0,0125	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0,5	0,1987	-	-	-	-
Niki (Ni)	mg/L	0,5	0,1406	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	0,2707	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0,0725	-	-	-	-

Izvor: Analiza vršna od strane laboratorije TQM

Prilog C. Poprečni presjek deponije

TEHNIČKA POMOĆ ZA UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA RCUO SMILJEVIĆI ITD.



Izvor: Glavni projekat – Transformacija postojećeg smetlišta u sanitarnu deponiju, HIS Višnjica, 1998 - elektronska verzija izrađena od strane konsultanta na temelju podataka preuzetih iz printane verzije projektne dokumentacije.

MART 2019
SVJETSKA BANKA

UNAPREĐENJE **SEDAM** **DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U** BOSNI I HERCEGOVINI

PRELIMINARNA STUDIJA IZVODLJIVOSTI – ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA
PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM
SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U
SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO

MART 2019
SVJETSKA BANKA

UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI

PRELIMINARNA STUDIJA IZVODLJIVOSTI – ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA
PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM
SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U
SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO

BROJ PROJEKTA. BROJ DOKUMENTA

A110036 004.3-LOC

VERZIJA	DATUM OBJAVLJIVANJA	OPIS	PRIPREMIO/LA	PROVJERIO/LA	ODOBRIO/LA
4.0	Mart 2019.	Preliminarna studija izvodljivosti-Zadatak 3	Željko Lozančić	CASK	ANMO

SADRŽAJ

1	Uvod	3
1.1	Background	3
1.2	Projektno područje	3
2	Prognoza proizvodnje otpada	6
2.1	Sastav otpada	6
2.2	Stanovništvo Kantona Sarajevo	7
2.3	Trenutna godišnja količina miješanog otpada u Kantonu Sarajevo	7
2.4	Godišnji rast proizvodnje otpada	7
2.5	Porast stope prikupljanja miješanog komunalnog otpada	8
2.6	Porast stope odvojenog prikupljanja reciklažnih materijala u kantonu	8
2.7	Odvojeno prikupljeni organski otpad iz domaćinstava	8
2.8	Ukupna količina otpada za odlaganje	9
3	Zakonski, politički i institucionalni okvir	11
3.1	Zakonski i politički okvir	11
3.2	Organizacijska struktura, cijena usluga i troškovi	13
4	Geodetske podloge	19
5	Zatvaranje dijela deponije	20
5.1	Materijali i metode	20
5.2	Razmatrane opcije	22
5.3	Procjena troškova	23
6	Razmatranja o odlaganju otpada u predstojećem periodu	25
6.1	Procijenjeni eksploatacijski vijek deponije	26
6.2	Razvoj aktivne ćelije	26
6.3	Procjena troškova	29
7	Smanjenje nastanka procjednih voda	30
7.1	Uvod	30
7.2	Podaci o klimi	32
7.3	Metodologija za modeliranje procjednih voda	32
7.4	Procjena smanjenja količine procjednih voda	36
8	Zaključci i preporuke	40

PRILOZI

Prilog A	Prognoza proizvodnje otpada
Prilog B	Geodetska situacija i presjeci
Prilog C	Postojeća situacija
Prilog D	Plan zatvaranja dijela deponije gornjim brtvenim slojem
Prilog E	Plan budućeg odlaganja otpada na deponiji
Prilog F	Model procjednih voda
Prilog G	Podaci o kvaliteti procjednih voda
Prilog H	Podaci o količini procjednih voda

1 Uvod

1.1 Background

Ovu **preliminarnu studiju izvodljivosti** izradio je COWI A/S zajedno sa Sarajinženjering d.o.o. u okviru zadatka “Unapređenje sedam deponija čvrstog otpada u BiH – Preliminarna studija izvodljivosti, idejno rješenje i preliminarna analiza uticaja na okolinu i društvo” (u daljem tekstu: ugovor o konsaltingu), koji se realizuje u ime Svjetske banke.

Preliminarna studija izvodljivosti izrađena je u skladu sa opisom projektnog zadatka (ToR).

Inicijalna procjena trenutnog stanja na sarajevskoj deponiji data je u “Izveštaju o trenutnom stanju- Zadatak 3- Sarajevska deponija, oktobar 2018.” Nalazi izvještaja o trenutnom stanju detaljnije su razrađeni u ovom izvještaju, koji također obuhvata i nacrt plana za pokrivanje dijela deponije koji se više ne koristi u cilju smanjenja nastanka procjednih voda.

Prijedlozi i preporuke date u ovom izvještaju podliježu ograničenjima u zavisnosti od dostupnosti informacija u vezi sa specifičnom lokacijom deponije navedenih u prethodno izrađenim studijama i istraživanjama, a zasnovane su na procjeni, iskustvu i znanju konsultanta (COWI A/S zajedno sa Saraj Inženjeringom d.o.o.) o trenutnoj situaciji u BiH. Zaključna razmatranja i preporuke iz Preliminarne studije izvodljivosti, Idejnog rješenja i Preliminarne okolišne i društvene analize koje su navedene u ovom izvještaju će se po potrebi dodatno ispitati i analizirati u toku faze tehničkog istraživanja lokacije i faze projektovanja, a konačno tehničko rješenje i preporuke će biti predmet detaljne Procjene utjecaja na okoliš i društvo.

Nalazi, tumačenja i zaključci koji su navedeni u ovom dokumentu predstavljaju mišljenja autora i ne odražavaju nužno stajalište Odbora izvršnih direktora Svjetske banke ili vlada koje predstavljaju.

U svrhu realizacije ovog cilja konsultant je o različitim aspektima metoda zatvaranja deponije razgovarao sa tehničkim timom ispred komunalnog preduzeća (Abid Mulaomerović, direktor Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići) i operativnim timom ispred kantona (Zijada Krvavac, pomoćnica kantonalnog ministra prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša, prof. dr. Amra Serdarević, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu i Fuad Babić, predstavnik Zavoda za izgradnju Kantona Sarajevo) na dva konsultativna sastanka koji su održani u novembru i decembru 2018. godine. Rješenja analizirana u ovom izvještaju odražavaju generalni koncept dogovoren na konsultativnim sastancima.

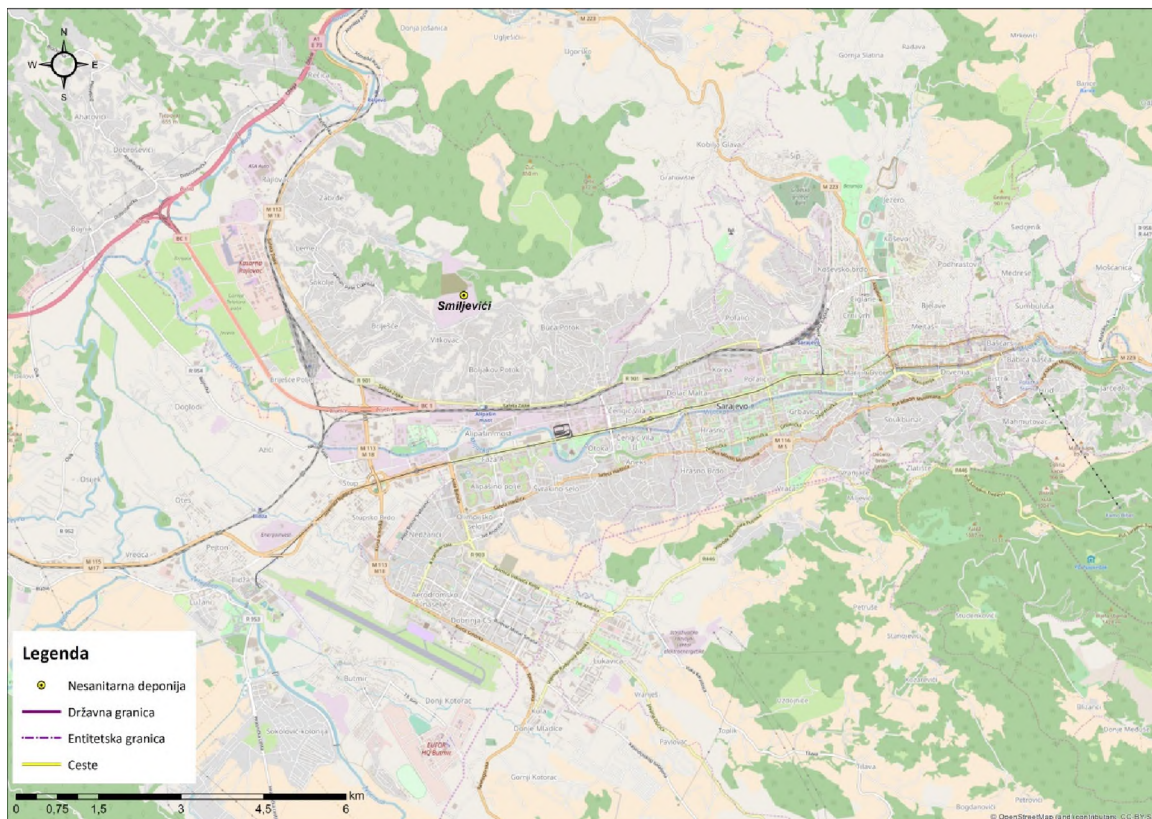
1.2 Projektno područje

Regionalni centar za upravljanje otpadom Smiljevići nalazi se u općini Novi Grad, Sarajevo. Deponija otpada formirana je u prirodnoj depresiji koja se nalazi oko 4,5 km od centra grada Sarajevo, a okružuju je naselja Buća Potok, Briješće, Smiljevići i Zabrdje. Deponija se prostire na prirodnoj kosini s koje vode gravitiraju prema Lepeničkom i Žićkom potoku (slika 1).

Lokalitet na kojem se deponija nalazi koristi se za odlaganje otpada od 1962. godine. Tokom prvog perioda rada deponije, sve do 1997. godine, nisu provedene nikakve kontrolne mjere već se otpad samo istresao na odlagalište. Tokom tog perioda rada deponije, istresanje otpada vršeno je niz kosinu postojeće kotline, što je dovelo do klizanja velikih količina otpada.

U okviru pilot projekta 1998. godine na 5.000 m² postojeće deponije postavljen je brtveni sloj od glinovite mase. Nakon toga, u periodu 2001-2004, otvara se prva prava, kontrolisana ćelija od 50.000 m² sa brtvenim slojem glinovite mase debljine oko 0,8-1,0 m i folijom od polietilena visoke gustoće (HDPE) od 2,5 mm preko brtvenog sloja. Centralna ćelija od oko 90.000 m² formirana je u periodu 2005-2016. U periodu od 1999. do 2000. godine instalirani su bunari za sakupljanje plina, kada se počinje vršiti otplinjavanje i spaljivanje plina pomoću baklje. Sakupljeni plin se jedno vrijeme koristio u postrojenju za proizvodnju električne energije, koje trenutno ne proizvodi električnu energiju dok se ne pribave potrebne dozvole za priključenje na elektroenergetsku mrežu.

Slika 1 Lokacija Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići i okruženje



Deponija Smiljevići trenutno ne ispunjava sve tehničke uslove za ograničavanje negativnog uticaja deponije na okoliš. MBR postrojenje za tretman procjednih voda sa ultra i mikro filtracijom i nominalnim kapacitetom od 400 m³/dan izgrađeno je 2011. godine. Međutim, postrojenje trenutno ne radi zbog čestih kvarova koji su uzrokovani razlikom u stvarnim i projektnim parametrima kvalitete procjedne vode kao i nedostatka sredstava za finansiranje rada postrojenja. Monitoring kvalitete procjednih voda vrši se u skladu sa zahtjevima okolišne dozvole za deponiju¹, dok se monitoring zraka i buke vrši jednom godišnje. Aktuelni rezultati ispitivanja kvaliteta i količine procjednih voda navedeni su u prilogu ovog dokumenta (Prilog G i Prilog H).

¹ Federalno ministarstvo okoliša i turizma neće obnoviti okolišnu dozvolu za deponiju Smiljevići u Sarajevu sve dok Agencija za vodno područje rijeke Save ne izvrši pregled uslova za izdavanje dozvole za tretman vode.

Obzirom da postrojenje za tretman procjednih voda nije u funkciji, ispuštanje oko 3,4 l/s netretiranih procjednih voda ima značajan uticaj na recipijent (Lepenički potok).² Stanovništvo obližnjih naselja (1-5 km) Buća Potok, Smiljevići, Zabrdi i Brijesće pod najvećim su uticajem deponije.

Iako je odlagalište blizu stambenih naselja, uticaj deponije na izgled pejzaža nije toliko izražen. To je zbog toga što je dio deponije zatvoren i prekriven zemljom i rastinjem, a samo odlagalište je ograđeno betonskom ogradom koju okružuje vegetacija.

Prema odobrenju Ministarstva za prostorno uređenje, građenje i zaštitu okoliša Kantona Sarajevo za Regionalni centar za upravljanje otpadom Smiljevići na deponiji je dozvoljeno odlaganje isključivo komunalnog otpada.

² Uticaj procjednih voda na površinske i podzemne vode bit će detaljnije obrađen u preliminarnoj analizi uticaja na okolinu i društvo.

2 Prognoza proizvodnje otpada

Prognoza proizvodnje otpada urađena je kako bi se utvrdio preostali eksploatacijski vijek deponije u sklopu RCUO Smiljevići, odnosno kako bi se utvrdila preostala zapremina deponije za odlaganje otpada. Ova analiza je potkrijepljena ažuriranom geodetskom situacijom i rezultatima analize stabilnosti. U svrhu što preciznije prognoze količina komunalnog otpada (miješani komunalni otpad i odvojeno prikupljeni otpad) na području Kantona Sarajevo, u obzir su uzeti sljedeći parametri:

- 1 Sastav otpada
- 2 Godišnji rast populacije
- 3 Trenutna godišnja količina miješanog otpada u kantonu
- 4 Godišnji rast proizvodnje otpada
- 5 Povećanje stope prikupljanja miješanog komunalnog otpada
- 6 Povećanje stope odvojenog prikupljanja papira i kartona, plastike i stakla u kantonu
- 7 Odvojeno prikupljeni organski otpad iz domaćinstava

Svaki od navedenih parametara detaljno je obrađen u daljem tekstu.

2.1 Sastav otpada

Korisni podaci o morfološkom sastavu otpada u Kantonu Sarajevo dostupni su u okviru tekućeg projekta pod nazivom „Sudija opravdanosti izgradnje kogenerativnog postrojenja i postrojenja za mehaničko - biološki tretman otpada na području Kantona Sarajevo“ koji finansira Ministarstvo za prostorno uređenje, građenje i zaštitu okoliša Kantona Sarajevo. Morfološki sastav otpada iz Kantona Sarajevo analiziran je u periodu od 06. do 10. juna 2018. godine u svrhu utvrđivanja udjela različitih vrsta otpada u ukupnom otpadu. Za analizu morfološkog sastava otpada korištena je S.W.A - Tool metodologija.³

U tabeli 1 prikazani su rezultati analize otpada u pogledu udjela reciklažnih materijala i organskog otpada.

Tabela 1 Sastav otpada u Kantonu Sarajevo

Otpad	Sarajevo Kanton
Organski	20%
Drvo	3%
Papir i karton	11%
Plastika	13%
Staklo	7%
Tekstil	8%
Metal	2%
Inertni otpad	7%
Drugo (sitna frakcija, sanitarni otpad, itd)	29%

Izvor: Sudija opravdanosti izgradnje kogenerativnog postrojenja i postrojenja za mehaničko - biološki tretman otpada na području Kantona Sarajevo, SERDA, 2018

³ Metodologija za analizu čvrstog otpada (SWA-Tool), korisnička verzija, EC, mart 2004.

2.2 Stanovništvo Kantona Sarajevo

Brojčani pokazatelji o stanovništvu zasnovani su na Popisu stanovništva iz 2013. godine za Federaciju BiH (FBiH). Iako se od 2005. godine u BiH bilježi negativni prirodni priraštaj, za potrebe ovog izvještaja uzet je godišnji rast stanovništva od 0,3%⁴ na osnovu podataka Zavoda za planiranje razvoja Kantona Sarajevo (podaci o prirodnom priraštaju i migracijama u Kantonu Sarajevo).

Brojčani pokazatelji o stanovništvu u Kantonu Sarajevo prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2 Broj stanovnika u Kantonu Sarajevo u 2018. i 2028. godini

Kanton	Stanovništvo 2013.			Stanovništvo 2018.			Stanovništvo 2028.		
	Urbano	Ruralno	Ukupno	Urbano	Ruralno	Ukupno	Urbano	Ruralno	Ukupno
Sarajevo	376.783	36.810	413.593	382.626	37.381	420.007	394.261	38.517	432.778

2.3 Trenutna godišnja količina miješanog otpada u Kantonu Sarajevo

Polazni podaci korišteni za kalkulaciju prognoze su podaci o prikupljenom otpadu (tačni podaci evidentirani na kolskoj vagi u Regionalnom centru za upravljanje otpadom Smiljevići), koje je dostavilo preduzeće KJKP Rad:

- › Količina prikupljenog miješanog komunalnog otpada je 156.612 tona u 2017. godini
- › Količina odvojeno prikupljenog komunalnog otpada (papir i karton, plastika i staklo) je 1.286 tona u 2017. godini.

2.4 Godišnji rast proizvodnje otpada

Godišnji rast proizvodnje otpada je parametar koji se direktno odnosi na povećanje potrošnje domaćinstava i na porast stope urbanizacije. Potrošnja domaćinstava je reprezentativna jedinica za mjerenje rasta prihoda domaćinstva. U periodu od 2004. do 2011. godine, potrošnja domaćinstava u FBiH povećala se za 14,2%. Na osnovu provedenih analiza može se očekivati da će potrošnja domaćinstava rasti u rasponu od 14 do 20% svakih 5 godina, odnosno za 2,8-4% godišnje. Stopa rasta potrošnje domaćinstava od 2,8% uzeta je kao ulazni parametar za realni scenarij.

Prema rezultatima Popisa iz 2013. godine, uzimajući u obzir i rezultate Popisa iz 1991. godine, ukupna stopa urbanizacije u protekle 22 godine kretala se u rasponu od tek 4% (-0,92% za Kanton Sarajevo). U Kantonu Sarajevo se do 2028. godine ne očekuju značajne promjene, pa se trenutna stopa urbanizacije može smatrati referentnom vrijednošću.

Iako nema službene korelacijske stope, međunarodno iskustvo ukazuje da je stopa rasta proizvodnje otpada (kg/stanovnik/dan) oko 30% realne stope rasta BDP-a. Imajući u vidu distribuciju ruralnog i urbanog stanovništva u Kantonu Sarajevo, te prosječno povećanje prihoda po domaćinstvu, godišnji rast proizvodnje otpada (kg/stanovnik/dan) iznosi 1,1%.

⁴ https://zpr.ks.gov.ba/sites/zpr.ks.gov.ba/files/izvjestaj_o_razvoju_kantona_sarajevo_u_2016_1.pdf (tabela 4)

2.5 Porast stope prikupljanja miješanog komunalnog otpada

Prema podacima iz Kantonalnog plana zaštite okoliša za period 2017-2022., prosječna pokrivenost po pitanju usluga prikupljanja, odvoza i odlaganja komunalnog otpada u KS iznosi 95%, čime je ispunjen cilj predviđen Strategijom zaštite okoliša FBiH za period 2008-2018. Iako je pokrivenost uslugama prikupljanja i odlaganja otpada velika, kada se KS posmatra u cjelini, ona nije ujednačena u svim općinama. Pokrivenost uslugama je najveća u urbanim centrima, a najmanja u općinama sa velikim naseljima kao što su općine Ilijaš i Trnovo. Obzirom na veliku zastupljenost sistema za prikupljanje komunalnog otpada na području KS, realno je za očekivati da će do 2020. godine ukupni obuhvat pokrivenosti uslugama iznositi 100% (urbani i ruralni dijelovi).

2.6 Porast stope odvojenog prikupljanja reciklažnih materijala u kantonu

Kao ulazni parametri za utvrđivanje stope odvojenog prikupljanja reciklažnih materijala i komunalnog otpada (papir i karton, plastika i staklo) korišteni su podaci o količinama i procentima ovih materijala u ukupnom sastavu komunalnog otpada, trenutnoj stopi odvojenog prikupljanja otpada i ciljevima za odvojeno prikupljanje otpada koji su predviđeni strateškim dokumenatima, tj. Planom upravljanja otpadom KS i Planom zaštite okoliša KS.

Na osnovu rezultata morfološke analize, otpad sadrži 31% papira, kartona, plastike i stakla u obliku izmiješanog komunalnog otpada, što iznosi 48.925 t u 2017. godini. Iste godine samo je 1.286 t ovih frakcija odvojeno na mjestu nastanka i prikupljeno odvojeno, što znači da je stopa odvojenog prikupljanja iznosila 2,6% u odnosu na proizvedenu količinu papira, kartona, plastike i stakla. U skladu sa operativnim ciljem Plana upravljanja otpadom Kantona Sarajevo, predviđa se odvojeno prikupljanje količine za recikliranje od 30% do 2020. godine odvajanjem na mjestu nastanka, dok je u Kantonalnom planu zaštite okoliša (KEAP) predviđena iskorištenost papira, kartona, stakla i plastične ambalaže iz komunalnog otpada od 90% do 2022. godine.

Imajući u vidu trenutnu stopu odvojenog prikupljanja otpada i strateške ciljeve do 2020. godine (30%) i 2022. (90%), nije realno za očekivati da će ovi ciljevi biti ispunjeni do 2022. godine, naročito cilj koji predviđa 90% iskorištenost papira, kartona, plastike i stakla iz ukupne količine komunalnog otpada. Imajući u vidu namjeru kantona da izgradi infrastrukturu za odvojeno prikupljanje otpada, predloženi očekivani porast stope odvojenog prikupljanja otpada do 2025. godine iznosi 30%.

2.7 Odvojeno prikupljeni organski otpad iz domaćinstava

Kantonalni plan zaštite okoliša predviđa uvođenje odvojenog prikupljanja organskog materijala u područjima kantona u kojima su uglavnom zastupljene individualne stambene jedinice. Predviđa se da će infrastruktura za odvojeno prikupljanje otpada biti obezbijedena do 2022. godine. Količina odvojeno prikupljenog organskog otpada utvrđuje se prema broju osoba koje žive u individualnim stambenim jedinicama i na osnovu morfološke analize čvrstog komunalnog otpada primjenom S.W.A Tool.⁵ Prema navedenoj analizi, oko 39% proizvedenog organskog otpada prikupit će se odvojeno (u posebnim kantama za organski otpad).

⁵ Metodologija za analizu čvrstog otpada (SWA-Tool), korisnička verzija, EC, mart 2004.

2.8 Ukupna količina otpada za odlaganje

Prognoza količine komunalnog otpada razmatrana je i obrađena već pri procjeni ulaznih parametara (porast stanovništva, rast proizvodnje otpada, porast stope prikupljanja otpada i porast stope odvojeno prikupljenog otpada).

U narednoj tabeli prikazane su vrijednosti usvojene za parametre koji su opisani u prethodnim poglavljima.

Tabela 3 Usvojene vrijednosti parametara koji su korišteni za kalkulaciju proizvodnje otpada u KS

Godišnji rast stanovništva	0,3%
Godišnji rast proizvodnje otpada	1,1%
Porast stope prikupljanja miješanog komunalnog otpada	100% do 2020
Porast stope odvojenog prikupljanja papira, kartona, plastike i stakla u kantonu	30% do 2025. i 45% do 2044.
Odvojeno prikupljeni organski otpad iz individualnih stambenih jedinica	39% do 2022. (na osnovu broja osoba koje žive u svakoj kući)

Kalkulacija prognoze količine miješanog komunalnog otpada rađena je na osnovu sljedeće formule:

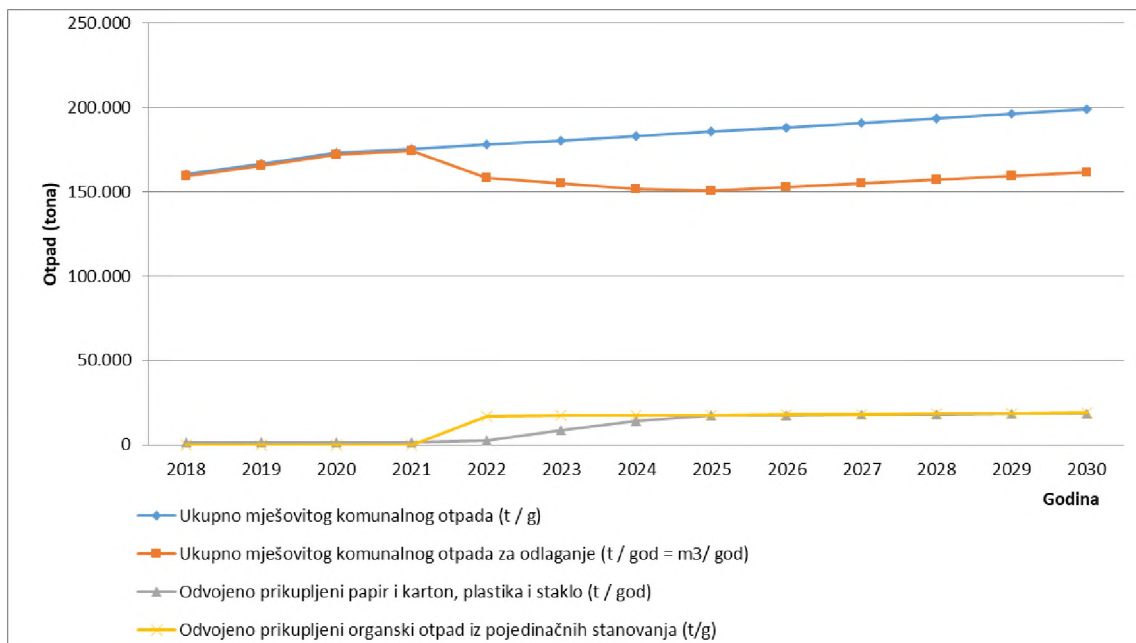
$$Q_n = Q_{(n-1)} (1 + k_{1n} + k_{2n} + a_n - a_{(n-1)}) - Q_{n \text{ (sep. recyc.)}} - Q_{n \text{ (sep. org.)}}$$

gdje je:

Q_n	Količina miješanog komunalnog otpada u tekućoj godini,
$Q_{(n-1)}$	Količina miješanog komunalnog otpada u prethodnoj godini,
k_{1n}	Godišnja stopa rasta stanovništva za tekuću godinu,
k_{2n}	Godišnja stopa rasta proizvodnje otpada za tekuću godinu,
a_n	Koeficijent prikupljanja otpada za tekuću godinu
$a_{(n-1)}$	Koeficijent prikupljanja otpada za prethodnu godinu
$Q_{n \text{ (sep. recyc.)}}$	Količina odvojeno prikupljenog otpada (papir, karton, plastika i staklo), uzimajući u obzir ciljeve strateških planova
$Q_{n \text{ (sep. org.)}}$	Količina odvojeno prikupljenog organskog otpada

Ukupna količina otpada za odlaganje u Kantonu Sarajevo za period od 2018. do 2028. godine iznosi 1.751.392 tona miješanog komunalnog otpada. Na slici 2 prikazane su prognoze proizvodnje otpada za svaku godinu u periodu od 2018. do 2047. godine. Detaljna prognoza sadržana je u Prilogu A.

Slika 2 Prognoze proizvodnje otpada za period od 2018. do 2028. godine u Kantonu Sarajevo



Pretpostavlja se da se otpad zbija te da se postiže gustoća od 1,0 t/m³ i da zapremina inertnog materijala za dnevno pokrivanje otpada iznosi 5% od zapremine otpada. Kalkulacija eksploatacijskog vijeka deponije prikazana je u tabeli 4.

Tabela 4 Kalkulacija eksploatacijskog vijeka deponije

Prikupljeni otpad /za odlaganje		Zapremina otpada	Zapremina otpada i pokrivnog materijala	Kumulativna zapremina otpada	Eksploatacijski vijek deponije
Godina	t/godina	m ³	m ³	m ³	godine
2018	159.149	159.149	167.106	167.106	1
2019	165.356	165.356	173.624	340.730	2
2020	171.805	171.805	180.395	521.125	3
2021	174.210	174.210	182.921	704.046	4
2022	158.414	158.414	166.335	870.381	5
2023	155.036	155.036	162.788	1.033.168	6
2024	151.532	151.532	159.109	1.192.277	7
2025	150.777	150.777	158.316	1.350.593	8
2026	152.888	152.888	160.532	1.511.125	9
2027	155.028	155.028	162.779	1.673.904	10
2028	157.198	157.198	165.058	1.838.962	11
2029	159.399	159.399	167.369	2.006.331	12
2030	161.631	161.631	169.713	2.176.044	13

Kapacitet preostalog slobodnog prostora na postojećoj deponiji (preostala zapremina za odlaganje otpada procjenjuje se da iznosi približno 1.400.000 m³) dovoljan je za oko 6-7 godina odlaganja. Površina koja bi trebala biti pokrivena novim donjim brtvenim slojem je oko 9 ha, a ukupna površina je oko 12 ha (oko 3 ha je područje odlagališta koje se preklapa s postojećim aktivnim područjem odlagališta).

3 Zakonski, politički i institucionalni okvir

3.1 Zakonski i politički okvir

3.1.1 Entitetski nivo – Federacija BiH

Federacija Bosne i Hercegovine (FBiH) je jedan od entiteta BiH, zajedno sa Republikom Srpskom i Distriktom Brčko BiH. FBiH se sastoji od 10 (deset) kantona, a svaki ima svoju vladu i donosi svoje zakone (koji su u skladu sa zakonodavstvom FBiH). Općine u FBiH provode svoje ovlasti kroz razna općinska odjeljenja. FBiH je podijeljena u 79 općina. Entitetska vlada FBiH je nadležna za donošenje i usvajanje entitetskog okolišnog zakonodavstva, uključujući zakonodavstvo o upravljanju otpadom. Stoga, na državnom nivou ne postoji krovno zakonodavstvo o otpadu.

U FBiH je donesen niz zakona kojima se uređuje zaštita okoliša i prateći podzakonski akti kao što su pravilnici, uredbе i odluka sa ciljem usaglašavanja sa osnovnim principima koji proizlaze iz EU legislative.

Zakon o upravljanju otpadom⁶ daje generalni okvir za sve aspekte upravljanja čvrstog otpada u FBiH, primarno:

- Planiranje upravljanja otpadom (nadležnosti, uloge i odgovornosti organa, vrste planskih dokumenata, dozvole, finansijske garancije, itd.);
- Odgovornosti za upravljanje otpadom (odgovornost proizvođača, odgovornost prodavača, odgovornosti proizvođača i upravitelja otpada);
- Glavni funkcionalni elementi sistema upravljanja otpadom (privremeno čuvanje, prikupljanje, odvoz, ponovno korištenje, recikliranje i/ili tretman i odlaganje);
- Glavni zahtjevi za upravljanje opasnim otpadom;
- Prekogranično kretanje otpada;
- Kontrola upravljanja otpadom.

Zakon potiče prevenciju, recikliranje, ponovnu upotrebu i korištenje otpada za proizvodnju energije i uređuje sve kategorije otpada (osim radioaktivnog otpada, emisije gasova u atmosferu i otpadnih voda), kao i sve vrste aktivnosti, operacija i sistema upravljanja otpadom. Odredbe ovog zakona se primjenjuju i na otpad koji je rezultat istraživanja, eksploatacije, prerade i čuvanja mineralnih resursa i rada kamenoloma; tečni otpad; životinjski otpad i drugi neopasni materijal prirodnog porijekla koji se može koristiti u poljoprivredne svrhe i deaktivirana eksplozivna sredstva, ukoliko nije uređeno posebnim propisom.

Projekti s mogućim utjecajem na okoliš zbog svoje prirode, veličine ili lokacije zahtijevaju izradu procjene utjecaja na okoliš i donošenje odluke kojom se odobrava studija utjecaja na okoliš (u skladu sa

⁶ Zakon o upravljanju otpadom, Službene novine FBiH No. 33/03 i 71/09

Zakonom o zaštiti okoliša⁷). Izgradnja odlagališta za neopasni otpad s dnevnim kapacitetom većim od 10 t dnevno ili kapacitetom preko 25.000 t podliježu izravnom postupku procjene utjecaja na okoliš⁸.

Postoji lista podzakonskih propisa koji su na snazi vezani za upravljanje otpadom i postupcima procjene utjecaja na okoliš koji određuju pravila i obveze u pogledu prikupljanja, transporta i odlaganja otpada (uključujući izgradnju odlagališta otpada, transfer stanica, centara za recikliranje) u kojima se daju upute za efikasno provođenje Zakona o upravljanju otpadom i Zakona o zaštiti okoliša

Glavni strateški i planski dokumenti koji se odnose na upravljanje otpadom u FBiH su:

- Federalna strategija zaštite okoliša za period 2008.-2018.,a koja sadrži i Federalnu strategiju upravljanja otpadom (FSUO) kao svoj sastavni dio
- Federalni plan upravljanja otpadom 2012.-2017. (FPUO)

FSUO je jedan od ključnih dokumenata koji promovira održivi razvoj FBiH. Ovaj strateški dokument, kojeg je uradilo FMOIT s periodom važenja od 10 godina (2008. – 2018. god.) sadrži osnovne principe i smjernice za postizanje održivog razvoja. Ona definira ciljeve i mjere u vezi sa upravljanjem otpada u FBiH. Sveukupni cilj FSUO je ostvarivanje zaštite okoliša, promocije i poticanja održivog korištenja prirodnih resursa kroz uspostavljanje integriranog sistema upravljanja otpadom. Ostvarivanje sveukupnog cilja je moguće implementacijom mjera predviđenih u okviru sljedećih strateških ciljeva (SC) za upravljanje otpadom:

- Smanjenje rizika po okoliš i zdravlje ljudi i uspostava prioritetne infrastrukture za integrirano upravljanje otpadom (SC 7.1) sa operativnim ciljevima koji obuhvataju zatvaranje općinskih odlagališta i postepeni prelazak na regionalni koncept odlaganja;
- Smanjenje količine otpada za finalno odlaganje uz efikasnije korištenje resursa (SC 7.2.);
- Osiguranje provedbe sistema kroz pravni, institucionalni i ekonomski okvir (SC 7.3.);
- Osiguranje sistematskog praćenja parametara za ocjenu stanja okoliša (SC 7.4.).

Strateški ciljevi imaju svoje specifične operativne ciljeve (OC) kao eksplicitne i mjerljive vrijednosti koje omogućavaju nadgledanje implementacije mjera zacrtanih u Strategiji

Planski period FSUO je završen, međutim gore spomenuti ciljevi nisu dostignuti.

FPUO je provedbeni dokument FSUO i pruža smjernice za upravljanje različitim vrstama otpada u FBiH, a krovni cilj FPUO je uspostava integralnog sistema upravljanja otpadom.

U skladu sa FSUO, integralni sistem upravljanja otpadom prati regionalni koncept, odnosno sistem se uspostavlja na području više općina koje se udružuju u regije (za prikupljanje, odvajanje i recikliranje otpada).

Ne postoji poseban zakonski okvir koji se bavi projektovanjem i izgradnjom deponija u FBiH, osim Pravilnika o sadržaju Plana prilagodbe upravljanja otpadom za postojeća postrojenja za tretman ili odlaganje otpada i aktivnostima koje poduzima nadležni organ (Službene novine FBiH, br. 9/05) koji sadrži minimalne zahtjeve za odlagališta i općeg okvira za aktivnosti izgradnje i rekonstrukcije

⁷ Zakon o zaštiti okoliša (Službene novine FBiH, br. 33/03 i 38/09)

⁸ Pravilnik o pogonima i postrojenjima za koje je obavezna procjena uticaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu (Službene novine FBiH br. 19/04)

investicionih projekata koji je reguliran Zakonom o prostornom planiranju i korištenju zemljišta (Službene novine FBiH, br. 48/09, 75/09, 93/12, 74/13, 89/14, 99/14 i 53/15) i vezanom podzakonskom regulativom.

3.1.2 Kantonalni nivo – Kanton Sarajevo

Zakonska je obaveza kantona da izrade kantonalne planove upravljanja otpadom koji predstavljaju instrumente o kojima se trebaju složiti svi nadležni organi u općinama, a na osnovu kojih se planiraju aktivnosti i investicije u sektoru upravljanja otpadom. Do sada je pet kantona izradilo svoje planove upravljanja otpadom. PUO Kantona Sarajevo je izrađen 2015. godine za period 2015 – 2020.

U skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom i Kantonalnim planom upravljanja otpadom 2015.-2020.god., u 2016.god. izvršena je eksproprijacija jednog dijela zemljišta i pripremljena projektna dokumentacija za izgradnju postrojenja za reciklažu građevinskog otpada, reciklažnog dvorišta i deponije inertnog otpada čiji je cilj transformacija deponije Smiljevići u Regionalni centar za upravljanje otpadom (RCUO).

Brojne aktivnosti su do sada realizovane ili su toku, a planirane su Planom za rehabilitaciju i rekonstrukciju RCUO 2016 – 2020, koji je izrađen od strane MPUGiZO KS i Vlade KS, a koje su predstavljene u Izvještaju o trenutnom stanju - Zadatak 3, Oktobar 2018.

Zakonska legislativa koja je trenutno na snazi na kantonalnom nivou je: Zakon o komunalnoj djelatnosti Kantona Sarajevo (Službene novine Sarajevskog kantona br. 14/16, 43/16, 10/17 i 19/17), Zakon o komunalnom redu Kantona Sarajevo (Službene novine Sarajevskog kantona br. 14/16, 43/16 i 19/17).

Prema postojećem Prostornom planu za Kanton Sarajevo 2003 – 2023, za lokaciju RCUO planirano je proširenje deponije sa postojećih 60 ha na 94,3 ha. U narednih pet godina će se izvršiti Strateška procjena uticaja na okoliš koja će dati detaljnije informacije o lokaciji i namjeni budućeg proširenja. U okviru proširenja pored novih ploha za odlaganje predviđeni su i drugi sadržaji kao što je MBO postrojenje, kompostana, ploha za deponovanje građevinskog otpada itd.

3.2 Organizacijska struktura, cijena usluga i troškovi

3.2.1 Institucionalno uređenje

Sveobuhvatna institucionalna struktura BiH je prikazana na slici 3 uz prikaz pojedinih aktera na raznim nivoima vlasti.

Slika 3 Institucionalni okvir u BiH

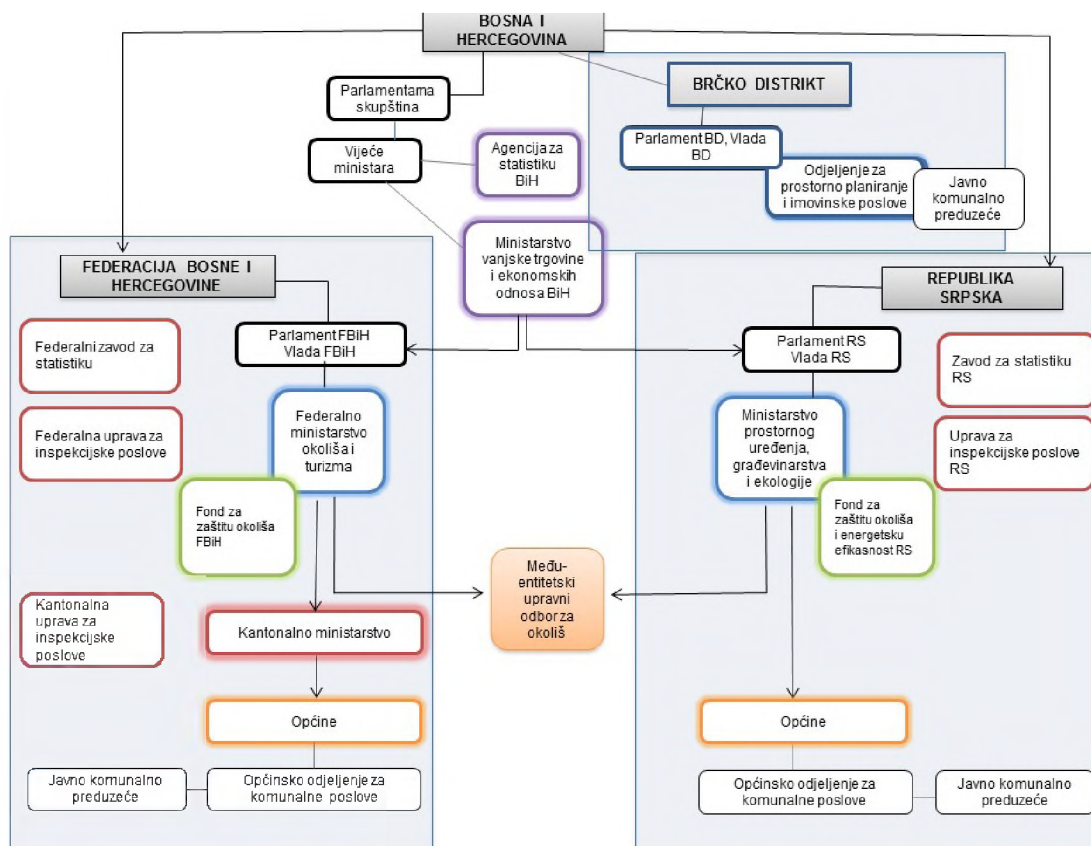


Tabela 5 Uloge i odgovornosti vezane za upravljanje otpadom u FBiH

Nadležnost	Država	Federacija	Kanton1	Općina
Donošenje politike	✓	✓		
Koordinacija aktivnosti i harmonizacija planova entitetskih organa	✓			
Donošenje zakona i propisa o upravljanju otpadom		✓	✓	
Donošenje strategija i planova upravljanju otpadom		✓	✓	✓
Izdavanje okolišnih dozvola za određena postrojenja i objekte (u zavisnosti od praga)		✓	✓	
Inspekcija objekata (u zavisnosti od praga)		✓	✓	
Organizacija i provođenje statističkih istraživanja	✓ ³	✓ ⁵	✓ ⁴	
Praćenje prekograničnog kretanja otpada sa RS i međunarodnog		✓		
Određivanje lokacija i smještaja objekata za upravljanje otpadom (planiranje)		✓	✓	✓
Obavljanje/nabavka usluga upravljanja otpada			✓ ²	✓
Utvrđivanje naknada za davaoce usluga			✓ ²	✓
Izdavanje deponijama dozvola za upravljanje otpadom			✓	

Napomena:

¹ FBiH je podijeljena na kantone.

² Usluge se pružaju na kantonalnom nivou samo u Sarajevskom kantonu.

³ Agencija za statistiku je državna agencija koja pokriva cijelu BiH.

⁴ Zavod za statistiku u FBiH je organiziran na sljedeći način: statistička istraživanja provode kantonalna odjeljenja i uredi smješteni u sjedištima svih deset kantona, koji prikupljaju, vrše kontrolu i dostavljaju podatke istraživačkim odjelima u Sarajevu.

⁵ Kroz fond za zaštitu životne sredine koji ima svoj sistem za prikupljanje podataka o otpadu

Federalno ministarstvo okoliša i turizma (FMOIT)

Federalno ministarstvo okoliša i turizma (FMOIT) je, *inter alia*, odgovorno za sljedeće:

- Upravljanje otpadom;
- Zaštita zraka, vode i tla;
- Donošenje strategija i politika zaštite okoliša;
- Standardi kvaliteta zraka, vode i tla;
- Monitoring i kontrola zraka, vode i tla.

Ovo Ministarstvo ima pet sektora:

- Sektor okoliša;
- Sektor za okolišne dozvole, procjenu uticaja na okoliš, registar i čiste tehnologije;
- Sektor za turizam i ugostiteljstvo;
- Sektor za upravljanje otpadom, realizaciju planova i pripremu strateških projekata; i
- Sektor za pravne i opće poslove, ljudske resurse, budžet i finansije.

Aktivnosti u vezi sa upravljanjem otpadom se prvenstveno obavljaju u Sektoru okoliša, Sektoru za okolišne dozvole, procjenu uticaja na okoliš, registar i čiste tehnologije i Sektoru za upravljanje otpadom, realizaciju planova i pripremu strateških projekata. U smislu upravljanja otpadom, ključni sektor je Sektor okoliša i Sektor za upravljanje otpadom, realizaciju planova i pripremu strateških projekata. Tri zaposlenika se trenutno bave upravljanjem otpadom u FMOIT-u.

Fond za zaštitu okoliša FBiH

Fond za zaštitu okoliša (FZO) FBiH je osnovan 2003. godine. Zakonom o Fondu za zaštitu okoliša FBiH (Službene novine FBiH, broj 33/03) za djelatnost prikupljanja i distribucije finansijskih sredstava za zaštitu okoliša. Fond je neprofitabilna javna ustanova. FZO prikuplja i distribuira sredstva za zaštitu okoliša na teritoriji FBiH. FZO potiče i finansira (nakon postupka javnih nabavki) pripremu, provedbu i razvoj programa, projekata i sličnih aktivnosti, u oblasti očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unapređivanja stanja okoliša i korištenja obnovljivih izvora energije.

Federalna uprava za inspekcijske poslove (FUIP)

FUIP je osnovana Zakonom o inspekcijama u Federaciji Bosne i Hercegovine (Službene novine FBiH, br. 69/05) kao samostalno federalno tijelo uprave. Počelo je s radom 1. januara 2007., sa sjedištem u Sarajevu. FUIP ima detaširane urede i inspektore unutrašnje kontrole u Mostaru, Tuzli i Zenici. U okviru FUIP-a djeluje 10 inspektorata, sektor unutrašnje kontrole i sektor granične kontrole. FUIP na godišnjem nivou izvještava Vladu FBiH o svojim aktivnostima, a u skladu sa Uredbom o planiranju rada i izvještavanju o radu Vlade FBiH, federalnih ministarstava i institucija (Službene novine FBiH, br. 89/14). FUIP vrši inspekcijske poslove iz nadležnosti federalnih inspekcija koje su organizirane u njenom sastavu; donosi provedbene propise, opće i pojedinačne akte iz svoje nadležnosti; poduzima upravne i druge mjere u vršenju inspekcijskog nadzora; rješava o žalbama na prvostepena rješenja kantonalnih inspektora donesenih na osnovu federalnih propisa; koordinira rad kantonalnih i federalnih inspekcija; prati rad i vrši stručni nadzor i kontrolu rada kantonalnih inspektora i uprava za inspekcijske poslove iz nadležnosti datih federalnim propisima; donosi planove i programe vršenja inspekcijskog nadzora za federalnu inspekciju; vodi evidenciju o svim subjektima nadzora u Federaciji; vodi evidenciju o federalnim inspektorima; vodi evidenciju o službenim iskaznicama federalnih inspektora; donosi program stručne obuke inspektora za Federaciju; organizuje polaganje stručnog inspektorskog ispita u Federaciji; sudjeluje u stručnoj pripremi federalnih propisa o inspekcijskom nadzoru; osigurava i provođenje propisa donesenih od strane organa BiH kojima se propisuje nadležnost za provođenje tih propisa u entitetima i odgovara za provođenje istih; obavještava organe BiH o provedenim mjerama; obavlja druge upravne i stručne poslove određene federalnim zakonima i drugim propisima.

Kantonalna ministarstva okoliša

FBiH se sastoji od deset kantona čije nadležnosti su utvrđene u Ustavu FBiH. Članom 11. Zakona o upravljanju otpadom FBiH (Službene novine FBiH, broj 33/03, 72/09 i 92/17) propisano je da poslove upravljanja otpadom iz nadležnosti Federacije BiH vrši Federalno ministarstvo u suradnji sa Federalnim ministarstvom zdravlja i drugim nadležnim ministarstvima. Poslove prekograničnog prometa otpada i poslove upravljanja otpadom i postrojenjima za tretman otpada, koji obuhvaćaju područje dva ili više kantona, obavlja Federalno ministarstvo. Izuzev poslova iz stavka 2. ovoga članka, poslove upravljanja svim vrstama otpada, određivanje lokacija i zemljišta u poslovima upravljanja otpadom i postrojenjima obavlja kantonalno ministarstvo. Kantonalna ministarstva također su odgovorna za izradu kantonalnih strategija i planova za upravljanje otpadom, izradu zakona i propisa u kantonalnoj nadležnosti, izdavanje dozvola za aktivnosti upravljanja otpadom i okolišnih dozvola za postrojenja za upravljanje otpadom i postrojenja ispod pragova propisanih Pravilnikom o pogonima i postrojenjima.

Unutar Ministarstva prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo (MPUGZO KS) postoji Sektor za zaštitu okoliša čije su nadležnosti regulisanje, očuvanje i unapređenje zaštite okoliša, priprema zakona i drugih propisa, praćenje stanja i primjena zakonskih propisa koji se odnose na zaštitu okoliša, upravljanje otpadom, upravljanje kvalitetom zraka, zaštita od buke. Sektor vrši i obradu zahtjeva za izdavanje okolišnih dozvola iz nadležnosti KS. Upravljanjem otpadom se bavi i Ministarstvo komunalne privrede i infrastrukture, čija je nadležnost opća politika komunalnih djelatnosti i obezbjeđivanje uslova za rad i razvoj javnih preduzeća, koja obavljaju komunalne djelatnosti, a koja su u vlasništvu KS. U nadležnosti navedenog Ministarstva je i jedini operator ovlašten za prikupljanje komunalnog otpada (KJKP "RAD").

Kantonalna uprava za inspeksijske poslove (KUIP)

Na kantonalnom nivou, inspekciju postrojenja za upravljanje otpadom vrše kantonalne inspekcije, ako je dozvolu za upravljanje otpadom izdalo nadležno kantonalno ministarstvo. Federalna inspekcija može vršiti nadzor iz nadležnosti KUIP ako kantonalna uprava nema inspektora.

Inspektorat urbanističko-građevinske, ekološke, komunalne i stambene inspekcije Kantona Sarajevo je nadležan za nadzor i sprovođenje Zakona o upravljanju otpadom FBiH i Zakona o komunalnoj djelatnosti Kantona Sarajevo.

Općine – lokalni nivo

Općine su nadležne za izradu planova upravljanja komunalnim otpadom i organizaciju djelatnosti prikupljanja i odlaganja otpada na svojoj teritoriji. Općine u Kantonu Sarajevo predstavljaju izuzetak s obzirom da Kantonalno javno komunalno preduzeće u Sarajevu istovremeno i prikuplja otpad i upravlja Regionalnim centrom za upravljanje otpadom. Štaviše, općinski inspektorati nemaju nadležnost da reaguju/vrše nadzor ili kontrolišu primjenu odredbi zakona koji se vežu za upravljanje otpadom (Zakon o komunalnoj djelatnosti Kantona Sarajevo, Zakon o komunalnom redu Kantona Sarajevo) u slučaju pritužbi javnosti, međutim u obavezi su da informišu nadležni inspektorat na kantonalnom nivou.

Privatni sektor

Uključenost privatnog sektora u upravljanje otpadom je dosta ograničeno i odnosi se na recikliranje i povrat otpada kao i prikupljanje otpada od privatnih kompanija. Prema Zakonu o upravljanju otpadom FBiH (član 12.), privatne kompanije mogu dobiti dozvolu da postanu operateri i pružaju usluge upravljanja otpadom, uključujući usluge odvoza, prikupljanja, tretmana i odlaganja otpada. Također im može biti dodijeljena izgradnja, upravljanje i održavanje postrojenja i objekata za upravljanje otpadom u okviru javno-privatnog partnerstva (JPP). U Kantonu Sarajevo do danas je izdato 17 dozvola za upravljanje otpadom (prikupljanje, trajno odlaganje, fizički tretman, rukovanje i transport otpada) i dvije dozvole za tretman medicinskog otpada.

3.2.2 Postojeći sistem pokrivanja troškova

Cijena usluge

Cijena usluge upravljanja otpadom na području FBiH je u nadležnosti kompanija za prikupljanje otpada na nivou općina. Koriste se razne metodologije obračuna za utvrđivanje naknada, pa kao posljedica toga cijene se razlikuju od općine do općine. Cijene mogu biti bazirane na m² korisne površina stambenog ili poslovnog prostora, fiksni iznos po članu domaćinstva, fiksni iznos po domaćinstvu, po broju odvoza otpada, itd. Prikupljanje podataka o cijenama usluga za prikupljanje otpada je izvan opsega ove Preliminarne studije. Stoga su relevantni podaci preuzeti iz dokumenta Analiza sektora upravljanja čvrstim komunalnim otpadom za FBiH (SB, januar 2018) izrađenim u okviru Projekta reforme sektora upravljanja čvrstim otpadom, finansiranim od strane Švedske agencije za međunarodni razvoj (SIDA), kao dio partnerstva između Svjetske banke i SIDA-e. Pregled cijene usluga za prikupljanje i odlaganje otpada za Kanton Sarajevo dana je u tabeli u nastavku.

Tabela 6 Pregled cijena usluge za odvoz i odlaganje u KM (s PDV-om)

Općina	Cijena usluge	Iznos/domać./god.	Napomena	% naplate
Sarajevo	0,11/m ² /m+ fiksno 1,06/m	112	Fiksni iznos je za kabasti otpad	81

domać.=domaćinstvo; m=mjesec. Izvor: upitnici. Iznos /domaćinstvo/godina je na osnovu prosjeka od 75m² korisne površine.

Prosječna godišnja ponderisana cijena usluge za domaćinstva je 112 KM/domaćinstvo/god uz pretpostavljenu veličinu domaćinstva od 3,09 osoba (Popis 2013.g.) i stopu proizvodnje otpada od 0,8 kg/stan./dan ili 0,9 t/domaćinstvo/god. Prosječan rashod domaćinstva u 2013.g. je bio 1.627 KM/mjesec. Može se zaključiti da je prosječna cijena usluge za upravljanje otpadom bila 0,5% rashoda domaćinstva, dok međunarodne norme pokazuju 1 – 1,5%, što je slučaj u većini EU zemalja. Prosječna stopa naplate je 87%, a realno bi bilo teško povećati taj procenat jer približno 18% stanovništva živi ispod nacionalne granice siromaštva (460 \$/mjesec ili 859 KM/mjesec).⁹

Cijene za komercijalni i industrijski sektor za otpad tipa kućnog otpada su značajno veće nego za domaćinstva. Generalno su i te naknade zasnovane na m², a iznos zavisi od vrste djelatnosti U Sarajevu se tarife s PDV-om kreću između 0,12 KM/m²/mjesec (bolnice) do 17,5 KM/m²/mjesec (kiosci). Prijedlog novih cijena priprema preduzeće koje vrši odvoz uzimajući u obzir kretanje troškova. Uputstva za obračun cijene nisu dostupna. Tu kalkulaciju provjerava općinsko odjeljenje za komunalne poslove i dostavlja je gradskom/općinskom vijeću na odobrenje. Međutim, u mnogim slučajevima tarife nisu povećane godinama. Kantonalno javno komunalno preduzeće Rad Sarajevo se žali da cijene nisu povećavane od 1997.g. Općine nerado povećavaju cijene za domaćinstva iz ekonomskih i političkih razloga. Ovdje treba napomenuti da je Udruženje poslodavaca komunalne privrede FBiH u saradnji sa UNDP-om razvilo metodologiju za utvrđivanje cijene u sektoru vodosnabdijevanja i kanalizacije u BiH. Metodologija se primjenjuje na sve komunalne kompanije, uključujući komunalne usluge upravljanja čvrstim otpadom, a može se koristiti i za upravljanje troškovima sakupljanja, odlaganja, sortiranja i odlaganja otpada.

⁹ www.data.worldbank.org

Troškovi

Za potrebe izrade Analize sektora upravljanja čvrstim komunalnim otpadom za FBiH (SB, januar 2018.) godišnji troškovi upravljanja čvrstim otpadom su bazirani na podacima iz upitnika prikupljenih u nekoliko općina. Rezultati upućuju na širok raspon troškova po toni, te se stoga te brojke trebaju uzeti s određenim oprezom, obzirom da količine otpada (zbog nepostojanja kolskih vaga) i godišnji troškovi (nema jasne raspodjele troškova)¹⁰ nisu pouzdani. Nadalje, podaci ukazuju da su troškovi upravljanja otpadom po toni otpada u manjim općinama bitno veći nego za veće općine. Ponderisani prosječni trošak za Kanton Sarajevo je 126 KM/toni (bez PDV) (tabela 7).

Tabela 7 Godišnji troškovi (bez PDV-a) usluge prikupljanja i upravljanja otpada (2015.)

Općina	Prikupljeno (tone)	Godišnji troškovi	Prosječni troškovi/tona *
Sarajevo	197.000	24.803.614	126

*Ukupni troškovi uključuju prikupljanje i odlaganje; Izvor: upitnici koje su popunile općine

¹⁰Pored prikupljanja i prijevoza otpada, komunalna preduzeća mogu pružati i usluge čišćenja ulica, snijega, održavanja zelenih površina/parkova, održavanja infrastrukture, vodosnabdijevanja, itd. Te usluge nisu uvijek organizaciono i finansijski jasno razdvojene od prikupljanja i prijevoza otpada, što većinom onemogućava jasnu kontrolu troškova usluga upravljanja otpadom. U praksi prihod od drugih usluga može kompenzirati gubitak u upravljanja čvrstim otpadom.

4 Geodetske podloge

U toku prikupljanja i pregleda dostupne dokumentacije konsultantu su na raspolaganje date i geodetske podloge razmatranog područja. Geodetska snimanja prostora Regionalnog centra za upravljanje otpadom vrše se redovno i prate sve značajnije izmjene. Posljednje ažuriranje dostupnih geodetskih podloga rađeno je 2018. godine. Ukupna snimljena površina iznosi 68 hektara, uključujući postojeću deponiju i okolno područje. Snimanja su vršena sa odstojanjem od 0,5 m između izohipsi za područje deponije i ekvidistancom od 1 m između za okolno područje. Korišten je lokalni koordinatni sistem.

Iako je ažuriranje geodetskih podloga provedeno 2018. godine Konzultant je koristio podatke iz 2016. jer novo snimanje iz 2018. godine još nije provedeno kada su započeti radovi na projektu. Zbog toga je na području aktivne zone u septembru 2018. godine od strane Konzultanta izvršeno novo geodetsko snimanje deponije u svrhu ažuriranja dostupnih geodetskih podloga. Ovim snimanjem obuhvaćeno je područje od 4,9 hektara na kojem je došlo do promjena terena u odnosu na snimanje iz 2016. godine. Novim snimanjem obuhvaćen je centralni dio deponije sa aktivnom zonom. Područje koje se razmatra za zatvaranje i rehabilitaciju u najnižem dijelu deponije nije obuhvaćeno snimanjem jer su na njemu promjene bile neznatne ili nije bilo promjena.

Nakon geodetskog snimanja izrađena je nova, ažurirana sintetska topografska karta koja predstavlja kombinaciju postojećih i novih geodetskih situacija. Ova karta je osnova za buduće planiranje i projektovanje daljeg širenja aktivne ćelije deponije i za zatvaranje i rehabilitaciju donjeg dijela deponije.

Rezultati novog snimanja prikazani su u Prilog B: Ažurirana geodetska situacija i presjeci. Kombinacija postojećih geodetskih podataka i novih geodetskih snimaka (Prilog C) korištena je kao osnova za izradu rješenja za konačno zatvaranje starog dijela deponije (Prilog D).

5 Zatvaranje dijela deponije

Jedan od osnovnih problema s kojim se suočava Regionalni centar za upravljanje otpadom Smiljevići je velika količina procjednih voda. Prosječna količina prikupljenih procjednih voda izmjerena na deponiji u periodu mart 2017-septembar 2018. godine iznosila je 3,42 l/s¹¹. Glavni razlog stvaranja procjednih voda je velika površina deponije, koja je većim dijelom prekrivena samo sa oko 0,5 m debelim slojem tla na kojem raste trava i nisko rastinje. Prvi korak ka unapređenju sistema za upravljanje procjednim vodama je smanjenje nastanka procjednih voda. Da bi se to postiglo potrebno je zatvoriti dio deponije završnom pokrivkom. Zatvaranje deponije podrazumijeva izvođenje nepropusnog ili polupropusnog gornjeg brtvenog sloja kako bi se tijelo deponije zatvorilo i na taj način smanjilo prodiranje zraka i infiltracija vode u tijelo deponije.

Osim smanjenja nastanka procjednih voda, ugradnja odgovarajućeg gornjeg brtvenog sloja ima i druge pozitivne učinke uključujući poboljšan izgled pejzaža, smanjene emisije deponijskog gasa, smanjeno širenje neugodnih mirisa, poboljšanu stabilnost deponije (kosine nisu strmije od 1:3), poboljšanje odvodnje površinskih voda/izgradnja kanala za površinske vode, idr.

5.1 Materijali i metode

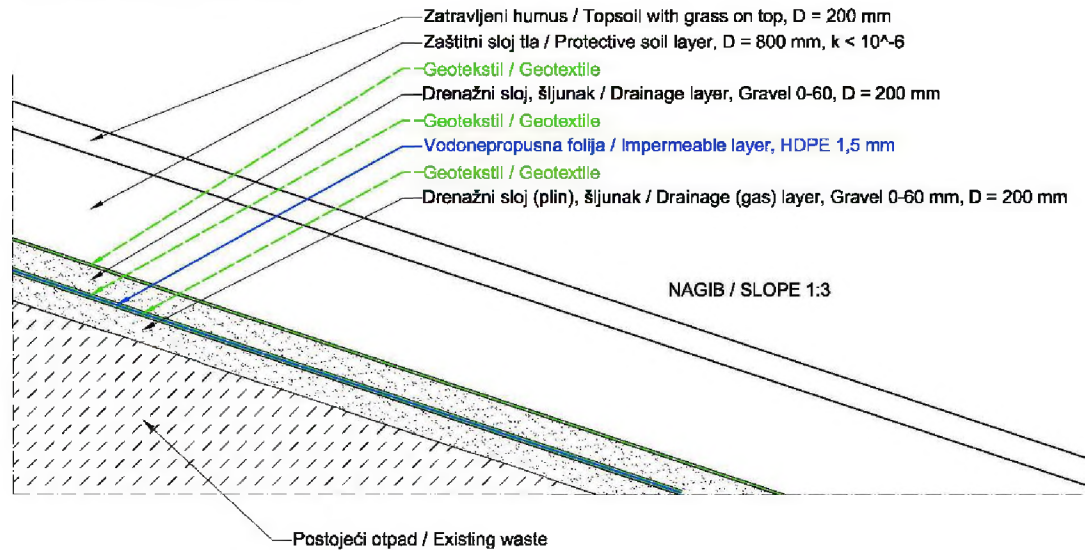
Za zatvaranje deponije u obzir se mogu uzeti dvije vrste završne pokrivke, nepropusna i polupropusna. Sastav ove dvije vrste završne pokrivke prikazan je na slici 4.

Iako je direktivama Evropske unije predviđeno zatvaranje deponija i odlagališta otpada nepropusnim pokrivkama, konsultant smatra da je u većini slučajeva bolji izbor polupropusna pokrivka i daje joj prednost u većini slučajeva jer je jednostavnija i jeftinija. Polupropusnom pokrivkom deponija se ne zatvara potpuno. To znači da određena količina oborina prodire u tijelo zatvorene deponije i ubrzava razgradnju otpada. Nedostatak sistema polupropusne pokrivke je stvaranje procjednih voda, premda u znatno manjem obimu nego je to prije zatvaranja deponije.

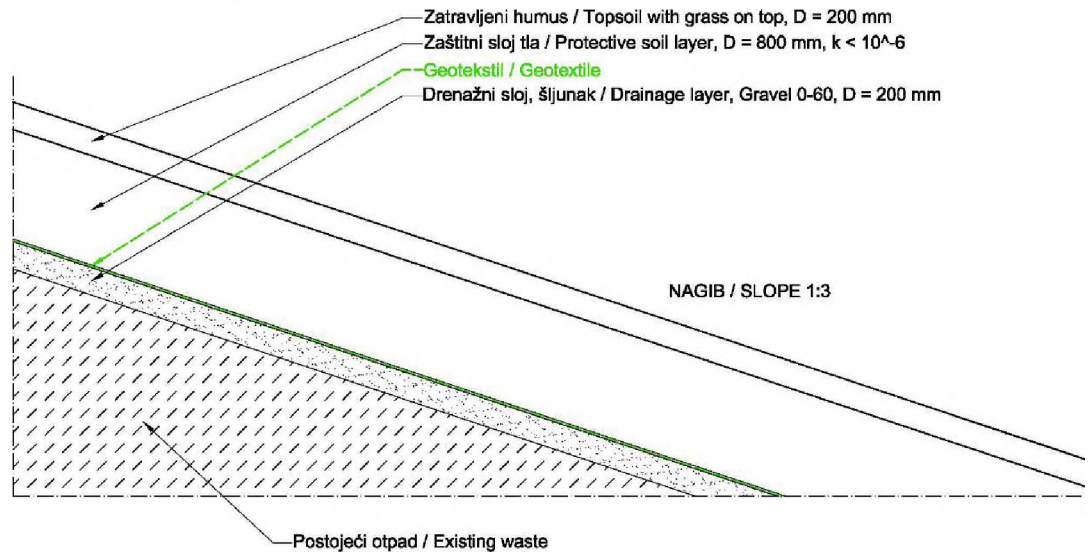
¹¹ Prosječna vrijednost prikupljenih procjednih voda na temelju dnevnih vrijednosti proticaja izmjerenih na licu mjesta od strane laboratorije koja se nalazi u sklopu RCUO

Slika 4 Nepropusna i polupropusna završna pokrivka

**ZAVRŠNA VODONEPROPUSNA PREKRIVKA /
IMPERMEABLE FINAL COVER**



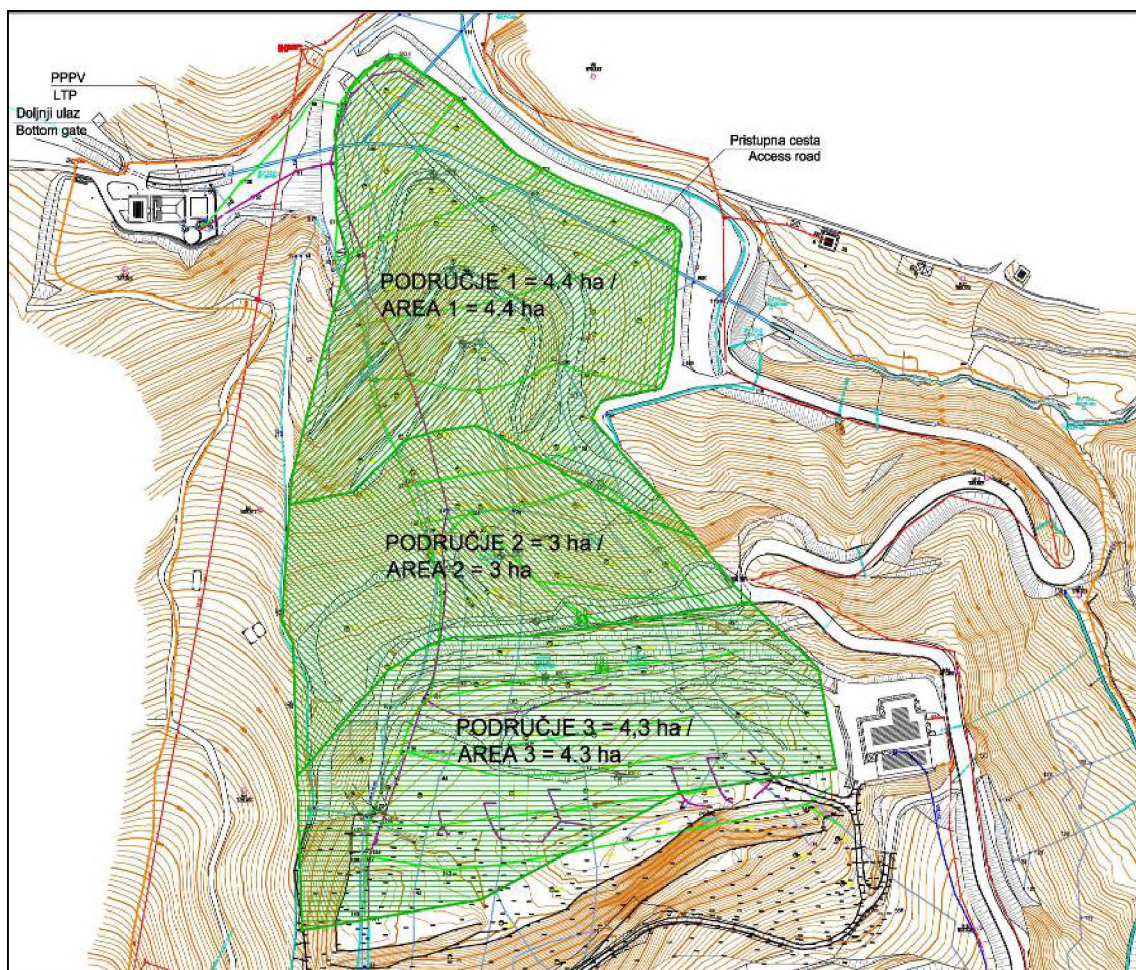
**ZAVRŠNA POLUPROPUSNA PREKRIVKA /
SEMIPERMEABLE FINAL COVER**



5.2 Razmatrane opcije

U skladu sa naprijed navedenim razmatranjima i zaključcima sastanaka sa operativnim timom ispred Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići¹² zaključeno je da će se za zatvaranje područja deponije razmotriti korištenje polupropusne i nepropusne pokrivke. Donji dio deponije, koji sadrži stariji otpad (odložen prije više od 15 godina), gdje je razgradnja u većoj mjeri već završena, može se pokriti nepropusnim gornjim brtvenim slojem. Gornji dio deponije, koji sadrži noviji i još uvijek biološki aktivan otpad (od 5 do 10 godina starosti), može se pokriti polupropusnim gornjim brtvenim slojem koji omogućava recirkulaciju procjednih voda.

Slika 5 Područje deponije koje se planira zatvoriti



Obzirom na navedeno, razmotrene su tri opcije za zatvaranje dijela deponije. Prva opcija je da se područja 1 i 2 (vidi sliku 5) zatvore nepropusnom pokrivkom, a područje 3 polupropusnom. Druga opcija je da se područje 1 zatvori nepropusnom pokrivkom, a područja 2 i 3 polupropusnom. Treća opcija je da se cijelo područje (područja 1, 2 i 3) na kojem se planira izvesti završna pokrivka pokrije nepropusnom pokrivkom.

¹² 7. decembar 2018. godine

5.3 Procjena troškova

Procjene ukupnih troškova za radove predviđene u razmatranim opcijama zatvaranja dijela deponije prikazane su u narednim tabelama.

Tabela 8 Procjena troškova za zatvaranje i rehabilitaciju deponije Smiljevići – Opcija 1

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	117.000	117.000	58.500
2	Zaravnanje i sabijanje otpada buldožerom	m ²	117.000	234.000	117.000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispustom u obližnje prijemne vode kroz okno za monitoring	m ³	1.000	50.000	25.000
4	Ugradnja nepropusnog brtvenog sloja (područje 1 i 2): drenaža gasova od 0,2 m + geotekstil + HDPE od 1,5 mm + geotekstil + glineni ili zemljani sloj od 0,8 m sa ujednačenim otjecanjem prema obodu deponije. Dodavanje površinskog sloja od 0,2 m	paušalno	1	4.070.000	2.035.000
5	Ugradnja polupropusnog brtvenog sloja (područje 3): drenaža gasova od 0,2 m + glineni ili zemljani sloj od 0,8 m sa ujednačenim otjecanjem prema obodu deponije. Dodavanje površinskog sloja od 0,2 m	paušalno	1	1.290.000	645.000
6	Sadnja grmlja/trave na završnoj pokrivki.	m ²	117.000	351.000	175.500
Ukupni procijenjeni troškovi				6.112.000	3.056.000

Tabela 9 Procjena troškova za zatvaranje i rehabilitaciju deponije Smiljevići – Opcija 2

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	117.000	117.000	58.500
2	Zaravnanje i sabijanje otpada buldožerom	m ²	117.000	234.000	117.000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispustom u obližnje prijemne vode kroz okno za monitoring	m ³	1.000	50.000	25.000
4	Ugradnja gornjeg nepropusnog brtvenog sloja (područje 1): drenaža gasova od 0,2 m + geotekstil + HDPE od 1,5 mm + geotekstil + glineni ili zemljani sloj od 0,8 m sa ujednačenim otjecanjem prema obodu deponije. Dodavanje površinskog sloja od 0,2 m.	paušalno	1	2.420.000	1.210.000
5	Ugradnja polupropusnog brtvenog sloja (područje 2 i 3): drenaža gasova od 0,2 m + glineni ili zemljani sloj od 0,8 m sa ujednačenim otjecanjem prema obodu deponije. Dodavanje površinskog sloja od 0,2 m	paušalno	1	2.190.000	1.095.000
6	Sadnja grmlja/trave na završnoj pokrivki	m ²	117.000	351.000	175.500
Ukupni procijenjeni troškovi				5.362.000	2.681.000

Tabela 10 Procjena troškova za zatvaranje i rehabilitaciju deponije Smiljevići – opcija 3

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	117.000	117.000	58.500
2	Zaravnanje i sabijanje otpada buldožerom	m ²	117.000	234.000	117.000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispustom u obližnje prijemne vode kroz okno za monitoring	m ³	1.000	50.000	25.000
4	Ugradnja nepropusnog gornjeg brtvenog sloja (područja 1, 2 i 3): drenaža gasova od 0,2 m +	paušalno	1	6.435.000	3.217.500

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Procjena troškova (KM)	EUR
	geotekstil + HDPE od 1,5 mm + geotekstil + glineni ili zemljani sloj od 0,8 m sa ujednačenim oticanjem prema obodu deponije. Dodavanje površinskog sloja od 0,2 m				
5	Sadnja grmlja/trave na završnoj pokrivki	m ²	117.000	351.000	175.500
Ukupni procijenjeni troškovi				7.187.000	3.593.500

6 Razmatranja o odlaganju otpada u predstojećem periodu

Planirano je da se odlaganje otpada na aktivnoj plohi deponije nastavi sve dok se ne dostigne kota postojećeg platoa na kojem se nalaze upravna zgrada i drugi objekti.

Glavni projekat deponije koji je izradio HIS 1998. godine revidiran je i dopunjen 2017. godine u okviru elaborata o geomehaničkoj stabilnosti.¹³ U ovom elaboratu analizirane su faze daljeg odlaganja otpada na postojećoj deponiji sa osvrtom na utjecaje širenja odlagališta na gornji dio (od centralnog dijela prema gornjem platou) na stabilnost cijele deponije. U sklopu elaborata predložene su dvije faze odlaganja otpada. U prvom dijelu prve faze predviđa se popunjavanje otpadom postojeće uvale do kote terena centralne plohe, a u drugom dijelu bi se otpad odlagao u nagibu 1:2 do kote terena postojeće prve berme. U drugoj fazi je predviđeno odlaganje otpada do izravnjanja sa postojećim gornjim platoom u nagibu 1:3. Elaboratom je predviđena izgradnja glinenih nasipa kao mjera osiguranja kosina deponije.

Potrebno je naglasiti da konsultant preporučuje kosine koje nisu strmije od 1:3 zbog stabilnosti i moguće opasnosti od erozije na kosinama koje su strmije od navedene. Zbog toga će sva predložena rješenja biti zasnovana na primijenjenim nagibima kosina koji nisu strmiji od 1:3 (ekvivalent 33%).

U elaboratu o geomehaničkoj stabilnosti analizirana je globalna stabilnost kosina na deponiji u prirodnom stanju te varijante proširenja deponije, stabilnost pokrivke, stabilnost donjeg brtvenog sloja i debljina otpada u odnosu na ugrađene drenažne cijevi. Glavni zaključci studije mogu se sažeti na sljedeći način:

- › Maksimalna visina nasipanja otpadnog materijala, uzimajući u obzir ukupnu nosivost drenažnih cijevi za procjedne vode koje su ugrađene i koje se planiraju ugraditi iznosi 28 m za cijevi promjera 315 mm i nosivosti SN 10. Za planiranu visinu nasipanja otpada (oko 32 m na najvišem dijelu) potrebna je ugradnja drenažnih cijevi nosivosti SN 16. Maksimalna visina za SN 16 je 37 m.
- › Urađen je proračun uticaja podizanja nivoa podzemne vode u slučaju začepljenja drenažnih cijevi i recirkulacije procjednih voda unutar tijela deponije. Da bi se osigurala stabilnost, prema rezultatima analize, nivo vode u tijelu deponije ne smije preći visinu od 8 m, gledano od kote donjeg brtvenog sloja ugrađenog 2005. godine, za prvu fazu odlaganja kada visina otpada dosegne visinu od oko 627,5 m.n.m. Na kraju druge faze, kada deponija dosegne svoju konačnu projektovanu visinu i maksimalno opterećenje na donji dio deponije, nivo podzemne vode u deponiji ne smije biti viši od 4 metra od kote donjeg brtvenog sloja koji je ugrađen 2005. godine, kako bi se održala stabilnost deponije sa odgovarajućim koeficijentom sigurnosti.
- › U svrhu praćenje nivoa podzemne vode unutar tijela deponije neophodna je ugradnja pijeziometara sa zaštitnim betonskim šahtovima kako bi se spriječila moguća oštećenja istih.
- › Na donjem dijelu deponije ne planira se dodatno nasipanje otpada zbog čega se preporučuje ugradnja završne pokrivke i zatvaranje tog dijela deponije.

¹³ Elaborat o ispitivanju stabilnosti tijela deponije sa osvrtom na mogućnost proširenja odlagališta na gradskoj deponiji u Sarajevu, GeoAVAS, Sarajevo, 2017

6.1 Procijenjeni eksploatacijski vijek deponije

Eksploatacijski vijek deponije procijenjen je na osnovu projektne dokumentacije deponije, ažuriranih geodetskih snimaka te procijenjenih podataka o proizvodnji i stopi odlaganja otpada. Prema nacrtima iz Elaborata o geomehaničkoj stabilnosti i ažuriranoj geodetskoj situaciji, preostala zapremina za odlaganje otpada procjenjuje se da iznosi oko 1.400.000 m³. Prema prognozi o proizvodnji i količini otpada koji će se odložiti u budućem periodu, procijenjeno je da će preostala zapremina deponije za odlaganje otpada bit iskorištena do 2026. godine.

6.2 Razvoj aktivne ćelije

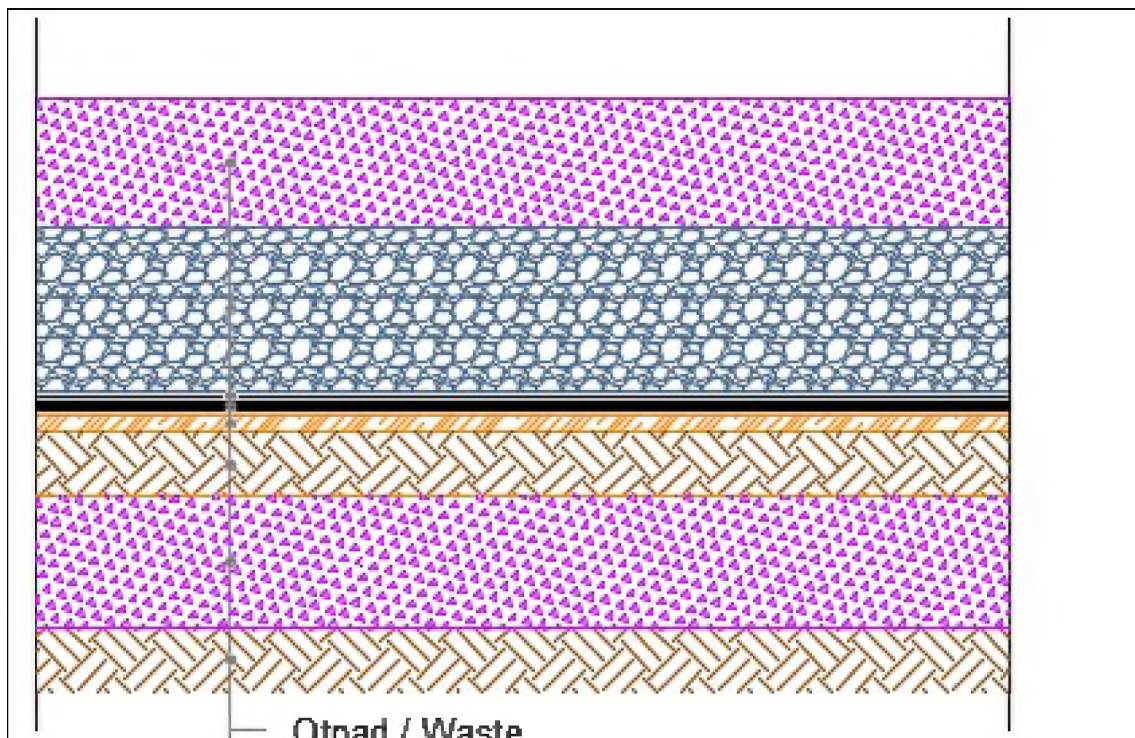
Planira se da aktivna ćelija deponije bude operativna i u narednih nekoliko godina (prema procjenama maksimalno do 2026. godine). Širit će se prema gornjem dijelu (na južnoj strani) do upravne zgrade. Prostor planiran za buduće odlaganje otpada pokriven je starim otpadom, kao što je slučaj sa gotovo cijelom deponijom koja je formirana na postojećem otpadu.

Za realizaciju predložene opcije daljeg odlaganja otpada na već postojećem otpadu potrebno je poduzeti sljedeće korake. Potrebno je uspostaviti gradilište i osigurati koordinaciju svih drugih aktivnosti na deponiji. Nakon toga je potrebno pripremiti područje predviđeno za izgradnju odlagališta. To podrazumijeva uklanjanje rastinja i drugih eventualnih prepreka. Površinu područja treba oblikovati neophodnim nagibima kako bi se stvorili uslovi za ispravan rad sistema drenaže procjernih voda. Nakon čišćenja trave i uklanjanja tankog površinskog sloja, prelazi se na sabijanje tla.

Po završetku pripremnih radova može se preći na ugradnju baarijere, odnosno donjeg brtvenog sloja. Predlaže se donji brtveni sloj koji se sastoji od sljedećih slojeva, od vrha ka dnu:

- › Novi otpad
- › Drenažni sloj, šljunak 8/32 mm, D = 50 cm
- › Geotekstil
- › Vodonepropusni sloj, HDPE folija, D = 1.5 mm
- › GCL (glineni geosintetički sloj) 5 – 7 mm
- › Izravnavajući sloj, inertni materijal 0/16 mm – 20 cm (ako je potrebno)
- › Postojeći otpad / inertni materijal

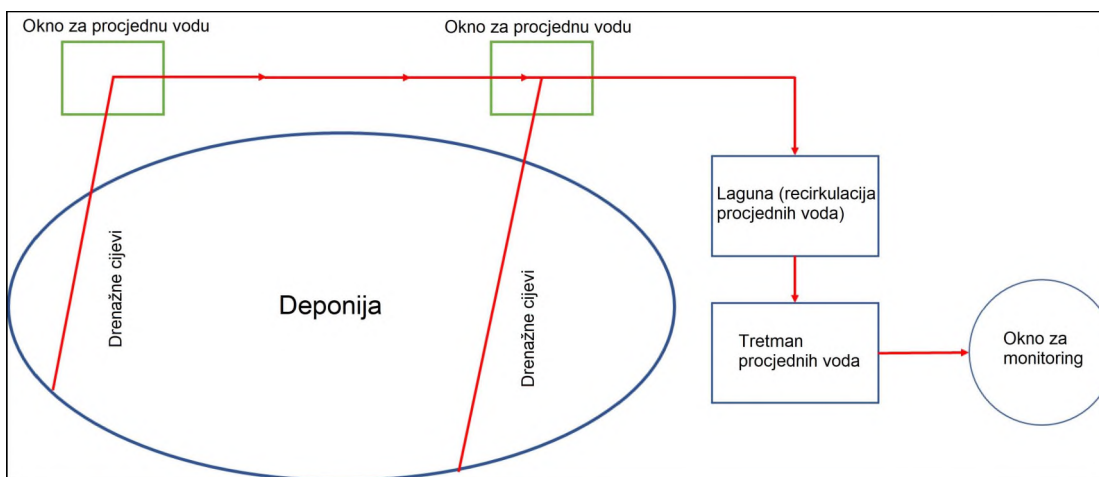
Slika 6 Predloženi donji brtveni sloj



Za izgradnju donjeg brtvenog sloja ne preporučuje se ugradnja glinene barijere budući da se deponija gradi na postojećem otpadu pa je za očekivati da će se donji brtveni sloj koninuirano slijegati i da neće biti moguće izvršiti pravilnu ugradnju, odnosno zbijanje glinenog sloja kako bi se postigao koeficijent propusnosti $k = 10^{-9}$ m/s tražen prema Direktivi EU o odlagalištima otpada. Zbog toga se umjesto glinenog sloja za osiguranje vodonepropusnosti preporučuje ugradnja glinene geostintetičke barijere (GCL) (5-7 mm) koja ima sličnu nisku propusnost.

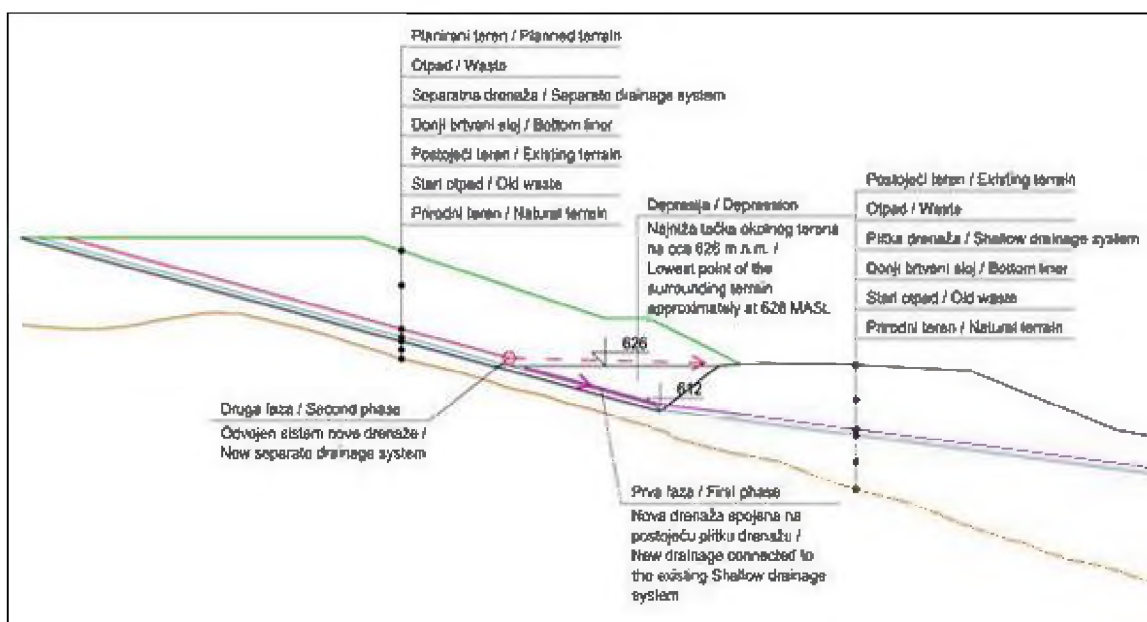
U drenažnom sloju koji je izgrađen od šljunka, bit će postavljen sistem za drenažu procjednih voda, koji se sastoji od drenažnih cijevi, komora za prihvata procjednih voda, lagune za procjedne vode, postrojenja za tretman procjednih voda i okna za monitoring – vidi sliku 7.

Slika 7 Predloženi sistem za prikupljanje procjednih voda



Planirano je da se pokuša izvesti odvojeni drenažni sistem za budući dio deponije tako da procjedne vode na otiču u postojeću „plitku“ drenažu. Navedeno, međutim, nije moguće izvesti u prvoj fazi odlaganja otpada zbog toga što konfiguracija terena nalaže ugradnju pumpne stanice ako se želi izvesti separatan sistem. Najniža tačka deponije nalazi se na oko 612 m n.m., a procjedne vode treba ispumpati do otprilike 626 m n.m., odakle procjedne vode dalje mogu gravitaciono teći prema postrojenju za tretman. Konsultant se u koordinaciji sa operativnim timom ispred Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići slaže da se neće razmatrati opcija ispušćavanja procjedne vode i da će se sistem za procjedne vode spojiti na postojeći drenažni sistem. U kasnijoj fazi razvoja deponije (kada se dosegne visina od 626 m.n.m) predviđa se odvojeni sistem za prikupljanje procjednih voda ugradnjom nove drenažne cijevi za procjedne vode koja je položena okomito na gravitacioni tok procjednih voda, koja će prikupiti većinu procjednih voda. Jedan dio procjednih voda i dalje će oticati u postojeću „plitku drenažu“ (vidi sliku ispod).

Slika 8 Planirano pripajanje sistema za drenažu/prikupljanje procjednih voda



Aktivnom plohom deponije mora se upravljati propisno. To podrazumijeva i korištenje dnevne prekrivke od inertnog materijala. Dnevna prekrivka je uzeta u obzir pri proračnu preostale zapremine deponije. Tijelo deponije će se oblikovati tako da najveći nagib kosina bude 1V:3H.

Uz obod deponije iskopat će se kanali za odvodnju površinskih voda kako bi se spriječilo tečenje obodnih voda preko deponije i njihovo prodiranje u tijelo deponije. Površinske vode će se kroz kanal za odvodnju ispuštati u recipijent.

Kako bi se smanjila mogućnost eksplozije gasa i požara na tijelu deponije ugradit će se bunari za otplinjavanje radi kontroliranog prikupljanja i otklanjanja plinova iz tijela deponije. Predlaže se kombinacija vertikalnih bunara (gdje je sloj otpada deblji od 10 m) i horizontalne drenaže ispod gornjeg brtvenog sloja.

Nakon što se preostala zapremina deponije iskoristi, bit će potrebno postaviti odgovarajuću završnu pokrivku koja može biti nepropusna ili polupropusna.

Uslov za rad deponije je funkcionalan sistem monitoringa. U okviru monitoringa neophodno je pratiti kvalitet i kvantitet procjednih voda, kvalitet podzemnih voda, kvalitet površinskih voda, te kvalitet i kvantitet deponijskih gasova i pomjeranje deponije.

6.3 Procjena troškova

Procjena troškova za radove opisane u ovom dijelu data je u narednoj tabeli.

Tabela 11 Procjena troškova za budući razvoj deponije Smiljevići

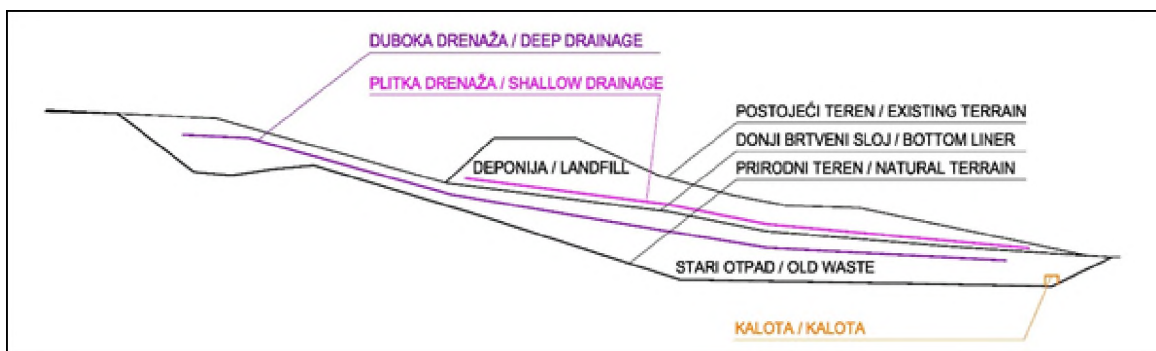
No.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	90.000	180.000	90.000
2	Zaravnanje i sabijanje površine otpada buldožerom	m ²	90.000	180.000	90.000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispuhom u obližnje prijemne vode kroz okno za monitoring	m ³	2.000	100.000	50.000
4	Ugradnja drenaže procjednih voda	m	1.200	144.000	72.000
7	Ugradnja bunara za monitoring gasa u tijelu deponije	komad	70	140.000	70.000
13	Ugradnja nepropusnog donjeg brtvenog sloja (novi dio deponije): izravnavajući sloj od 0,2 m + GCL - bentonit 5-7 mm + HDPE 1,5mm + geotekstil + drenažni sloj od šljunka, t = 0,5 m	paušalno	1	5.580.000	2.790.000
14	Ugradnja polupropusnog gornjeg brtvenog sloja (novi dio deponije): drenaža gasa od 0,2 m + glineni ili zemljani sloj od 0,8 m sa ujednačenom oticanjem prema obodu deponije. Dodavanje površinskog sloja od 0,2 m.	paušalno	1	3.600.000	1.800.000
15	Sadnja grmlja/trave na završnoj pokrivki	m ²	120.000	360.000	180.000
Ukupni procijenjeni troškovi				10.284.000	5.142.000

7 Smanjenje nastanka procjednih voda

7.1 Uvod

Procjedne vode sa deponije sakupljaju se i odvođe pomoću tri drenažna sistema. Prvi sistem čine drenažne cijevi promjera $\Phi 350$ i $\Phi 225$ mm i služi za sakupljanje procjednih voda iz starog otpada u slojevima ispod novoizgrađene multibarijerne zaštite i sa drugih dijelova deponije koji više nisu u upotrebi. Kada je izgrađen ovaj drenažni sistem je prikupljao vodu sa područja od oko 20 hektara (duboka drenaža - D), a sada je otkrivena površina ovog područja oko 12,4 ha dok je ostali dio prekriven novim odlagalištem sa donjim brtvenim slojem. Drugi sistem cjevovoda promjera izgrađen od cijevi $\Phi 315$ mm sakuplja procjedne vode sa sanitarne plohe deponije koja je postavljena na multibarijernoj zaštiti i zauzima površinu od oko 15 hektara (plitka drenaža - P). Treći sistem sakuplja vodu koja se drenira kroz gornji dio betonskog kanala kroz koji teče Lepenički potok ispod tijela deponije (kalota - K).

Slika 9 Shematski prikaz drenažnog sistema



Ukupna procijenjena količina procjednih voda kreće se od 2,5 do 3,5 l/s¹⁴. Na osnovu mjerenja ispusta procjednih voda, koja su vršena u periodu od marta 2017. do septembra 2018. godine, prosječna prikupljena količina procjednih voda iznosila je 3,42 l/s, pri čemu je najmanji zabilježeni proticaj iznosio 1,2 l/s, a najveći 8,9 l/s. U procjednim vodama iz plitke drenaže zabilježene su najveće varijacije u količini vode, dok su prema postojećim rezultatima monitoringa procjednih voda iz duboke drenaže i kalote prisutne manje oscilacije u količini. Više procjednih voda se sakupi pomoću kalote nego pomoću duboke drenaže. Sastav procjednih voda iz duboke drenaže odgovara metanskoj fazi na odlagalištu (otpad stariji od 20 godina - Prilog G) i gotovo je konstantan sa relativno malom količinom vode (manje od 0,1 l/s prema mjerenjima proticaja u julu 2018. godine - Prilog G). Pretpostavka je da se drenirana voda sakupljena u kaloti (što je ujedno i najniža tačka deponije) filtrira kroz stari dio deponije. Prosječna količina vode iz kalote iznosi otprilike do 1,5 l/s, s prosjekom 0,8 – 1,0 l/s. Također postoji mogućnost da Kalota drenira dio novog odlagališta i da se razrjeđuje čistom vodom iz okolnog područja. Kvaliteta procjednih voda prikupljenih s Kalote odgovara metanskoj fazi, s otpadom starijim od 20 godina. Plitka drenaža izgrađena je na višeslojnoj zaštitnoj barijeri s ciljem prikupljanja procjednih voda samo iz odlagališta otpada. Količina procjednih voda prikupljenih plitkom drenažom uglavnom varira od 1 do 4 l/s, s prosječnom vrijednosti 2-2,5 l/s. Uticaj oborina uglavnom se ogleda u količini vode u plitkoj drenaži. Ovo se u određenoj mjeri može objasniti činjenicom da je brzina

¹⁴ Efikasnost i uslovi rada MBR postrojenja, Prof. Serdarević, 2015

infiltracije oborinskih voda brža kroz slojeve svježeg otpada. Iz dostupnih podataka o oborinama i količinama procjernih voda može se vidjeti da postoji brz odziv između oborina i prikupljenih procjernih voda, gdje se protok procjernih voda na mjernom profilu, koji se nalazi neposredno ispred postrojenja za tretman procjernih voda, povećava već 12-24 sata nakon pojave oborina. Na osnovu uobičajnih koeficijenata filtracije za prirodno tlo i zbijeni otpad ($k \sim 10^{-4} - 10^{-5}$) i debljine slojeva deponije za očekivati bi bilo da je vrijeme odziva značajno duže. Intenzitet povećanja protoka ovisi o ukupnim oborinama, kao i o drugim faktorima, kao što su temperatura zraka, vegetacija, zasićenje tla, itd. Analiza provedena na temelju dostupnih dnevnih podataka o oborinama i proticajima za razdoblje od aprila 2017. do marta 2018. godine pokazala je da prosječni proticaj procjernih voda iznosi oko 320 m³/dan, dok je ukupna količina padavina u tom periodu iznosila je 687,3 mm.

Na osnovu zabilježenih padavina i izmjerenih proticaja pokušala se odrediti slivna površina sa koje se voda prikuplja drenažnim sistemima za procjernu vodu. Ako se pretpostavi da se cjelokupna količina padavina drenira i završava kao procjerna voda (tj. zanemaruje se gubitak na površinsko otjecanje, evapotranspiraciju i sl.), zabilježena količina procjernih voda od 320 m³ korespondirala bi sa slivnom površinom od 17 ha. Ako se u proračun uzmu gubici na isparavanje i pretpostavi se da se aktivna odlagališna ćelija prostire cijelom površinom sa koje se dreniraju procjerne vode (koeficijent oticanja 0), slivna površina bi trebala biti 29 ha. Ako se dalje uračunaju i gubici u vidu površinskog otjecanja (pretpostavljeno površinsko otjecanje od 40%), potrebna slivna površina bi trebala biti oko 64 ha kako bi se prikupila prosječna količina od 320 m³/dan za padavine koje su zabilježene u razmatranom periodu.

U stvarnosti površina deponije iznosi 15ha (Ćelija 2 i Ćelija 3, Slika 10), od čega se samo 4 ha smatra aktivnim područjem, dok je preostalih 11 ha pokriveno privremenom pokrivanom i vegetacijom. Očigledno je da zabilježenih 320m³/dan ne nastaje samo procjeđivanjem oborinskih voda sa 15 ha, nego da je slivna površina značajno veća. Ukoliko se na postojeću površinu deponije od 15 ha doda i površina od 12,4 ha starog odlagališta otpada prekrivenog privremenim pokrovom i vegetacijom (Ćelija 1, Slika 10) dobije se površina od 27,4 ha. Na temelju svega navedenog može se pretpostaviti da se voda drenažnim sistemima za procjerne vode prikuplja sa šireg područja, ne samo područja aktivne deponije i zone starog odlagališta otpada.

Iako je provedena gruba i pojednostavljena analiza, ona upućuje na to da se voda iz okolnih, nezagađenih područja, infiltrira u tijelo deponije ili je izravno povezana sa drenažnim sistemom. Potrebno je napomenuti da postoje nepoznanice u funkcionisanju postojećih drenažnih sistema koje se odražavaju uglavnom kroz moguće veze između različitih drenažnih sistema i pojave površinskih i/ili podzemnih voda iz okolnih nekontaminiranih područja u postojećoj drenažnoj mreži. Navedeno značajno otežava prognoziranje nastanka procjernih voda i utječe na izbor i uspostavljanje modela za procjenu procjernih voda.

Na odlagalištu je izgrađeno postrojenje za tretman vode sa MBR tehnologijom, ali trenutno nije u funkciji. Prema podacima prikupljenim od operatera deponije, glavni razlog zašto postrojenje za tretman otpadnih voda nikada nije uspješno radilo je vrlo često začepljenje potopljenog membranskog sistema za mikrofiltraciju (C- MEM) i loš kvalitet ulaznih parametara za projektovanje postrojenja za tretman otpadnih voda. Procjerne vode se trenutno bez ikakvog tretmana ispuštaju u Lepenički potok.

Monitoring kvalitete procjernih voda u Regionalnom centru za upravljanje otpadom Smiljevići vrši interna, ali i eksterna ovlaštena laboratorija. Ovlaštena laboratorija TQM počela je sa detaljnom analizom kvaliteta procjernih voda u julu 2018. godine, a planirano je da se završi u junu 2019. godine. Rezultati ovih analiza pružit će potrebnu osnovu za projektovanje novog procesa tretmana procjernih voda. Rezultati analiza koje je provela TQM u periodu jula 2018 – oktobar 2018 prikazani su u 0.

Osim analize kvaliteta, laboratorija na deponiji mjeri, prikuplja i analizira podatke vezane za ukupnu količinu procjernih voda koje se prikupe pomoću drenažnog sistema.

7.2 Podaci o klimi

Podaci o klimi za potrebe modela prikupljeni su sa Meteorološke stanice Bjelave-Sarajevo. U svrhu modeliranja korišteni su sljedeći podaci o temperaturi zraka i oborinama:

- › Prosječne mjesečne količine oborina
- › Prosječne mjesečne temperature zraka

Korišteni su podaci za referentni klimatski period 1981 – 2010.

Tabela 12 Prosječne mjesečne i godišnje količine oborina (mm), MS Sarajevo, 1981 – 2010

Godina	Mjesečne količine oborina, P (mm)												Godišnje količine oborina, P (mm)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Prosjeck	67	63	71	78	73	94	72	70	86	85	91	85	932

Tabela 13 Prosječne mjesečne i godišnje temperature zraka (°C), MS Sarajevo, 1981 – 2010

Godina	Mjesečne temperature, T (°C)												Godišnja temperatura, T (°C)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Prosjeck	-0,1	1,4	5,3	9,9	15,0	17,7	19,8	19,7	15,1	10,9	5,2	1,1	10,1

Za izračunavanje potencijalne evapotranspiracije korišteni su podaci o oborinama i temperaturama prema Thornthwaite metodi.

Tabela 14 Prosječna mjesečna i godišnja potencijalna evapotranspiracija (mm)

Godina	Mjesečna potencijalna Evapotranspiracija, ETp (mm)												Godišnji ETp (mm)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Prosjeck	0,0	3,5	21,4	49,2	88,6	108,7	125,3	115,1	73,5	46,2	16,6	2,5	650,8

Detaljni klimatski podaci prikazani su u Prilog F.

7.3 Metodologija za modeliranje procjernih voda

Konsultant je razmotrio nekoliko mogućih modela za procjenu stvaranja procjernih voda. Zbog složenosti lokaliteta, mehanizma stvaranja procjernih voda i različitih sistema za drenažu procjernih voda teško je primijeniti bilo koji od modela. Jedna od poteškoća leži u tome što je cijela deponija izgrađena na postojećem otpadu tako da je teško da se deponija podijeli na odvojene susjedne ćelije koje se nalaze u horizontalnoj ravni, za koje su modeli izrađeni i da se modelira vertikalno podzemno tečenje. Dodatna nesigurnost je u veličini slivnog područja koje doprinosi nastanku površinskih i podzemnih voda. Kako područje nije potpuno zatvoreno donjim brtvenim slojem i na taj način odvojeno od okolnog područja, postoji mogućnost uticaja podzemnih voda koje se dreniraju ne samo iz područja deponije nego i iz okolnog područja. Ovo je obrazloženo i u uvodu ovog poglavlja gdje je naglašeno da postoje i nepoznanice u funkcioniranju drenažnih sistema.

Uzimajući u obzir sve navedeno, konsultant je primijenio Excel model koji je već korišten za druge deponije. Ovaj model omogućava procjenu količina procjednih voda kao i proračun kvaliteta procjednih voda.

Model koristi jednačinu vodnog bilansa i izračunava količinu procjednih voda na osnovu površine deponije, stope odlaganja otpada i starosti odloženog otpada, prosječne količine oborina, isparavanja, površinskog otjecanja, vrste gornjeg brtvenog sloja, itd. U model se može uključiti i recirkulacija, dodatni izvori vode i lako se prilagođava specifičnostima deponije.

Procjedne vode su proračunate na osnovu jednačine vodnog bilansa koja se može zapisati kao:

$$L = P + R - aET - Q$$

Gdje su:

L = produkcija procjednih voda (mm),

P = ukupne godišnje padavine (mm),

R = recirkulacija procjednih voda (mm),

aET = stvarna evapotranspiracija,

Q = površinsko otjecanje.

Ukupna godišnja količina oborina koja se koristi u modelu temelji se na statističkoj analizi podataka oborina relevantne meteorološke stanice. Korišteni su podaci sa MS Sarajeva - Bjelave iz perioda 1981. - 2010. godine, koji se smatra relevantnim klimatskim periodom za analize. Prosječne godišnje padavine za ovaj period su 932 mm, dok je prosječna temperatura 10,1°C. Srednje mjesečne vrijednosti oborina i temperatura date su u Prilog F. Pri proračunu se nije uzimala u obzir recirkulacija procjednih voda za odlagalište (R = 0). Stvarna evapotranspiracija izračunava se pomoću formula:

$$aET = 0.6 \cdot pET \quad \text{ako je} \quad I > 0.6 \cdot pET$$

$$aET = I \quad \text{ako je} \quad I < 0.6 \cdot pET$$

Gdje su:

pET = potencijalna evapotranspiracija (mm),

I = potencijalna infiltracija (mm).

Potencijalna mjesečna evapotranspiracija (Prilog F) proračunata je pomoću Thornthwaite formule:

$$pET, m = 16 \cdot R_f \cdot \left(\frac{10 \cdot t_m}{t_y} \right)^a$$

Gdje je:

R_f = koeficijent redukcije ovisan o geografskoj širini koja je oko 44°N za Sarajevo. Mjesečni koeficijenti redukcije prikazani su u Prilog F.

t_m = prosječna mjesečna temperatura u °C,

t_y = godišnji toplotni indeks izračunat kao:

$$t_y = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{t_{m,i}}{5} \right)^{1,514},$$

a = konstanta koja se računa prema formuli:

$$a = 0,49239 + 0,01792 \cdot t_y - 0,0000771 \cdot t_y^2 + 0,000000675 \cdot t_y^3$$

Potencijalna infiltracija je izračunata kao razlika između prosječne godišnje padavine (P) i površinskog otjecanja (Q):

$$I = P - Q$$

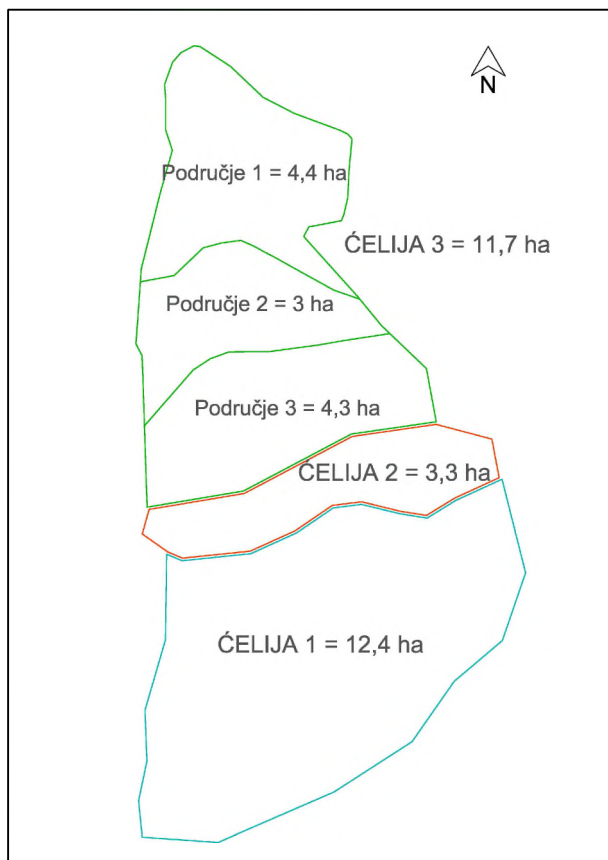
Površinsko otjecanje izračunava se množenjem ukupne količine oborine sa procijenjenim koeficijentom otjecanja C koji je različit za različite ćelije u modelu s obzirom na tip pokrova i nagib površine, kao i načina korištenja ćelije (aktivna – neaktivna). Usvojene vrijednosti koeficijenata otjecanja prikazane su u daljnjem tekstu.

Konačno, za izračun produkcije procjedne vode (m^3) na godišnjoj bazi izračunata produkcija procjednih voda (mm) množi se sa ukupnom površinom ćelije odlagališta.

Proračun koncentracije onečišćivača u modelu bazira se na podacima o pretpostavljenoj distribuciji i količinama otpada u kiselj fazi i metanogenj fazi deponije i prosječnim vrijednostima parametara s drugih deponija.

U svrhu modeliranja proizvodnje procjednih voda na deponiji Smiljevići, područje deponije je podijeljeno na tri ćelije. Prva ćelija površine 12,4 hektara je gornji dio deponije, između aktivne zone i gornjeg platoa (prema jugu). Druga ćelija je aktivna zona na centralnom dijelu deponije (3,3 hektara), dok se treća ćelija sastoji od donjeg dijela deponije i jedne sekcije centralnog dijela deponije koja se više ne koristi za odlaganje otpada. Ukupna površina ćelije 3 (11,7 hektara) planira se pokriti završnom pokrivanjem. Ćelija 3 je dalje podijeljena na tri područja, koja su opisana u dijelu vezanom za opcije zatvaranja.

Slika 10 Šematski prikaz ćelija i područja



Za početno modeliranje procjednih voda za postojeću situaciju korišteni su podaci iz tabela 11, 12 i 13 i različiti koeficijenti otjecanja za tri ćelije. Ćelija 1 se smatra privremeno pokrivenom, kao i ćelija 3, dok je ćelija 2 aktivna sa aktivnom zonom odlaganja i pristupnom zonom. Vrijednosti procjednih voda koje su dobivene primjenom modela upoređene su sa izmjerenim vrijednostima te su koeficijenti otjecanja prilagođeni kako bi vrijednosti procjednih voda iz modela bile u skladu sa izmjerenim vrijednostima. Prema tome, model je kalibriran na osnovu dostupnih podataka o izmjerenim količinama procjednih voda. Najmanji prosječni dnevni proticaj zabilježen u periodu od marta 2017. do septembra 2018. godine je 1,2 l/s. Ova vrijednost je usvojena i korištena u modelu postojeće situacije kao bazni proticaj koji dotječe iz okolnog područja i primijenjen je u scenarijima zatvaranja dijela deponije.

Konačno usvojeni koeficijenti otjecanja za ćelije koje su privremeno zatvorene u modelu trenutne situacije iznose 0,45 za ćeliju 1 i 0,40 za ćeliju 3. Na obje ćelije postavljena je privremena pokrivka od 0,5 metara čistog tla i rastinja. Finalne površine su oblikovane tako da omogućavaju površinsko otjecanje. Ćelija 1 je u većem nagibu u odnosu na ćeliju 3, a i vrijeme slijevanja i kompakcije u ćeliji 1 je duže, zbog čega je usvojeni koeficijent otjecanja za ćeliju 1 veći od onog za ćeliju 3. Koeficijent otjecanja za aktivnu Ćeliju 2 iznosi 0,05, a ne 0,00, jer se sa jednog dijela tog područja može očekivati otjecanje (pristupna i operativna zona za mehanizaciju). Utvrđeni koeficijenti otjecanja osvojeni su i korišteni za modeliranje različitih opcija konačnog zatvaranja dijela deponije. Koeficijent otjecanja mijenja se samo za Ćeliju 3, gdje se prosječni koeficijent otjecanja kreće u rasponu od 0,75 do 1,00, ovisno o veličini područja koje se planira pokriti polupropusnom, odnosno nepropusnom završnom pokrivanom. Pretpostavlja se da će otjecanje sa područja na kojem je izvedena polupropusna završna pokrivanja iznositi 60%, odnosno 100% sa područja koje je zatvoreno nepropusnom završnom pokrivanom.

7.4 Procjena smanjenja količine procjednih voda

Procjena količine procjednih voda za postojeću situaciju i različite opcije zatvaranja prikazana je u prilogu F i rađena je na mjesečnoj osnovi tako da odražava i sezonske varijacije. Procijenjeni učinci razmatranih opcija za zatvaranje dijela odlagališta na proizvodnju procjednih voda u sadašnjem stanju su kako slijedi:

Postojeća situacija

Ukupna količina procjednih voda modelirana za postojeću situaciju iznosi $Q = 3,46$ l/s, dok prosječna izmjerena količina procjednih voda za period od marta 2017. do septembra 2018. godine iznosi 3,42 l/s. Procijenjena proizvodnja procjednih voda iz ćelije 1 iznosi 0,83 l/s, iz ćelije 2 0,53 l/s i 0,90 l/s iz ćelije 3. Osim procjednih voda iz ćelija 1, 2 i 3, u modelu je dodat bazni proticaj od 1,2 l/s koji predstavlja površinsku i/ili podzemnu vodu koja se iz okolnih područja infiltrira u tijelo deponije ili teče izravno u drenažne sisteme procjednih voda.

Opcija 1

Kod prve opcije, tj. zatvaranja područja 1 i 2 (ukupno 7,3 hektara) nepropusnim slojem i područja 3 (4,3 hektara) polupropusnim slojem, prosječna količina procjednih voda će se smanjiti za ćeliju 3 sa 0,90 l/s na 0,11 l/s što je smanjenje od 0,79 l/s ili 88%, a u ukupnoj količini procjednih voda smanjenje je sa 3,46 l/s na 2,67 l/s, što je 23%.

Opcija 2

Predviđa se da će se količina procjednih voda kod druge opcije tj. pokrivanja područja 1 (4,4 hektara) nepropusnim slojem i područja 2 i 3 (ukupno 7,3 hektara) polupropusnim slojem, smanjiti za ćeliju 3 sa 0,90 l/s na 0,24 l/s što daje smanjenje od 0,66 l/s ili 73%, a ako se gleda ukupno smanjenje ono će biti sa 3,46 l/s na 2,80 l/s, odnosno 19%.

Opcija 3

Predviđa se da će se količina procjednih voda kod treće opcije, tj. pokrivanja područja 1, 2 i 3 (ukupno 11,7 hektara) nepropusnim slojem smanjiti za ćeliju 3 za 0,90 l/s ili 100%, a ukupno smanjenje procjednih voda bit će sa 3,46 l/s na 2,56 l/s, što je 26%.

Stope smanjenja procjednih voda i koeficijenti otjecanja za različite modelirane scenarije prikazani su u narednim tabelama.

Tabela 15 Procijenjeno smanjenje procjednih voda za Ćeliju 3 kod različitih opcija zatvaranja

Scenarij	Ćelija 3			Smanjenje procjednih voda	
	Modelirane vrijednosti procjednih voda za postojeću situaciju (l/s)	Koeficijent otjecanja	Modelirane vrijednosti procjednih voda za različite opcije (l/s)	l/s	%
Postojeća situacija	0.90	0.40	0.90	0.00	0
Opcija 1	0.90	0.85	0.11	0.79	88
Opcija 2	0.90	0.75	0.24	0.66	73
Opcija 3	0.90	1.00	0.00	0.90	100

Tabela 16 Procijenjeno ukupno smanjenje procjednih voda kod različitih opcija zatvaranja

Scenarij	Ćelija 1	Ćelija 2	Ćelija 3	Bazni proticaj (l/s)	Ukupna količina procjednih	Smanjenje procjednih voda
----------	----------	----------	----------	----------------------	----------------------------	---------------------------

	Koef. otjecanja	Procjedne vode (l/s)	Koef. otjecanja	Procjedne vode (l/s)	Koef. otjecanja	Procjedne vode (l/s)			l/s	%
Postojeća situacija	0,45	0,83	0,05	0,53	0,40	0,90	1,20	3,46	0	0
Opcija 1	0,45	0,83	0,05	0,53	0,85	0,11	1,20	2,67	0,79	23
Opcija 2	0,45	0,83	0,05	0,53	0,75	0,24	1,20	2,80	0,66	19
Opcija 3	0,45	0,83	0,05	0,53	1,00	0,00	1,20	2,56	0,90	26

Prema podacima iz prethodne tabele može se zaključiti da će se smanjenje procjednih voda postići samo na ćeliji 3 gdje se planira izvesti završna pokrivka. Ako se u obzir uzme samo ćelija 3, smanjenje procjednih voda kretat će se od 73% za opciju 2 do 100% za opciju 3, ovisno o tome koja će se opcija primijeniti. Kako ćelija 3 prema procjenama proizvodi oko 26% svih procjednih voda na deponiji, ukupno smanjenje procjednih voda nakon primjene jedne od opcija za konačno zatvaranje ćelije 3 kretat će se u rasponu od 19% do 26%.

Tablica 15 daje procjenu smanjenja procjednih voda u odnosu na ukupnu količinu procjednih voda prikupljenih na deponiji. Budući da se planira prekriti dio deponije iz kojeg se procjedna voda prikuplja plitkom drenažom, utjecaj završnog pokrova bit će samo na redukciju procjednih voda sa ovog područja. Za postojeće stanje, procijenjena proizvodnja procjednih voda sa područja planiranog za prekrivanje je 0,9 l/s. Ako se razmatra učinak smanjenja procjednih voda samo za taj dio (ćeliju 3), prema opciji 1 smanjenje će biti 88%, za opciju 2 je 73%, a za opciju 3 100%. Ako se procijenjeno smanjenje procjednih voda gleda u odnosu na procijenjenu proizvodnju procjednih voda sa područja deponije (ćelije 2 i 3), za opciju 1 smanjenje je 55%, opcija 2 daje smanjenje od 46%, a za opciju 3 smanjenje procjednih voda je 63%.

Buduća produkcija procjednih voda procijenjena je na osnovu ranije navedenih usvojenih pretpostavki uvažavajući planove za upravljanje otpadom na deponiji u skorijem periodu. Kako je navedeno u poglavlju 6, aktivno područje deponije širit će se i dalje prema jugu. Imajući u vidu notaciju korištenu u modeliranju procjednih voda, područje ćelije 2 (aktivno područje) povećat će se na uštrb ćelije 1. Drugim riječima, ćelija 2 će pokriti područje ćelije 1. Obzirom da je ćelija 2 aktivno područje, koeficijent otjecanja će biti niži, tako da će doći do povećanja u stvaranju procjednih voda. Predviđa se proširenje ćelije 2 i povećanje područja, kako je prikazano u narednoj tabeli. Kako bi se smanjila količina procjednih voda, dio prikupljenje površinske vode sa postavljenog donjeg brtvenog sloja treba preusmjeriti kanalima kako ne bi dospjela u aktivnu zonu, odnosno u odloženi otpad (ćelija 2).

Kao što je opisano u poglavlju 6.2 za daljnji razvoj deponije planira se izgraditi odvojeni drenažni sistem sa područja koje će biti prekriveno donjim brtvenim slojem tako da procjedne vode ne odlaze u postojeću plitku drenažu. Ovaj zasebni sistem će biti uspostavljen u kasnijoj fazi razvoja odlagališta (kada se dostigne nadmorska visina od približno 626 m n.m. - Ćelija 2 faza II). Jedan dio procjedne vode će i dalje otjecati u postojeću plitku drenažu (vidi tablicu ispod - ćelija 2 faza I).

Nakon što se iskoristi preostali slobodni prostor za odlaganje otpada na deponiji (prema predviđanjima do 2026. godine), bit će potrebno ugraditi završnu pokrivku u cilju zatvaranja ćelije 2. Ukoliko se bude postavljao vodonepropusni gornji brtveni sloj, količina procjednih voda će opasti do vrijednosti utvrđenog baznog toka ili ispod te vrijednosti. Procjedne vode će nastajati od infiltriranih podzemnih voda iz okolnih područja koje dolaze u kontakt sa starim otpadom ispod deponije. Ovaj otpad će do tog perioda biti stariji od 20 godina, zbog čega parametri kvaliteta procjednih voda, odnosno koncentracije zagađivača trebaju da budu niže, što će olakšati tretman procjednih voda i ublažiti rizike po okoliš.

U sljedećoj tablici data je procjena buduće proizvodnje procjedne vode iz četiri različita izvora: Čelije 1, 2 i 3 odlagališta i Bazno otjecanje iz okolnog područja.

Tabela 17 Procijenjena buduća proizvodnja procjednih voda

Aktivnost	God.	Čelija 1		Čelija 2 - I faza		Čelija 2 - II faza		Čelija 3			Bazni tok Procjedne vode (m ³ /god.)
		Procjedne vode (m ³ /god.)	Područje (m ²)	Procjedne vode (m ³ /god.)	Područje (m ²)	Procjedne vode (m ³ /god.)	Područje (m ²)	Option1	Opt2	Opt3	
Postojeća situacija	2018	26.164	12.4	16.566	3.3			28.314	28.314	28.314	37.843
Završna pokrivka na čeliji 3 i proširenje čelije 2	2019	23.632	11.2	22.590	4.5			3.627	7.605	0	37.843
Proširenje čelije 2	2020	23.632	11.2	22.590	4.5			3.627	7.605	0	37.843
Proširenje čelije 2	2021	23.632	11.2	22.590	4.5			3.627	7.605	0	37.843
Proširenje čelije 2	2022	18.906	8.96	22.590	4.5	11.245	2.24	3.627	7.605	0	37.843
Proširenje čelije 2	2023	14.179	6.72	22.590	4.5	22.490	4.48	3.627	7.605	0	37.843
Proširenje čelije 2	2024	9.453	4.48	22.590	4.5	33.734	6.72	3.627	7.605	0	37.843
Proširenje čelije 2	2025	4.726	2.24	22.590	4.5	44.979	8.9	3.627	7.605	0	37.843
Proširenje čelije 2	2026	0	0	22.590	4.5	56.224	11.2	3.627	7.605	0	37.843
Završna pokrivka na čeliji 2	2027	0	0	0	4.5	0	11.2	3.627	7.605	0	37.843

Kako bi se smanjila proizvodnja procjednih voda, potrebno je riješiti tri ključna pitanja:

- › Prvo pitanje je zatvaranje odlagališta završnim pokrovom. U ovom izvještaju razmatra se zatvaranje donjeg i dijela središnjeg područja deponije sa procjenom učinka zatvaranja na smanjenje procjednih voda. Nakon što se iskoristi raspoloživi volumen deponije, potrebno je razmotriti zatvaranje cijele deponije.
- › Drugo, procjedne vode iz novog dijela deponije treba prikupljati odvojeno od postojećih drenažnih sistema procjednih voda. Na taj se način prikupljene procjedne vode sa ovog područja mogu sakupljati u laguni, može se vršiti recirkulacija ili se procjedne vode mogu tretirati na postrojenju za tretman na kojem će se tretirati procjedne vode sa ostalog dijela deponije ili se može uspostaviti novi tretman. Procijenjene količine prikazane su u kolonama u Tablici 16 - Čelija 2 Faza II i Tablici 17 – Odvojeni sistem prikupljanja. Na taj način postrojenje za tretman procjednih voda sa trenutne deponije ne mora biti opterećen dodatnom procjednom vodom.
- › Treće pitanje koje treba razmotriti i istražiti je Bazni tok. U modelu je usvojen Bazni tok od 1,2 l/s, što je više od trećine od prosječne vrijednosti prikupljenih procjednih voda u ovom trenutku. Moguće tačke infiltracije ili dotoka u drenažne sisteme procjednih voda treba istražiti i sanirati kako bi se smanjila količina baznog toka.

Ako se tri gore navedena pitanja adekvatno riješe, može se očekivati da će buduće procjedne vode na deponiji biti kao u tablici ispod.

Tabela 18 Procijenjena buduća proizvodnja procjednih voda

Godina	Postojeći sistem prikupljanja			Odvojeni sistem prikupljanja	Bazni tok
	Opcija 1	Opcija 2	Opcija 3		
	Procjedne vode (m3/dan)	Procjedne vode (m3/dan)	Procjedne vode (m3/dan)	Procjedne vode (m3/dan)	Procjedne vode (m3/dan)
2018	197	197	197	0	105
2019	138	150	128	0	105
2020	138	150	128	0	105
2021	138	150	128	0	105
2022	125	136	115	31	105
2023	112	123	102	62	105
2024	99	110	89	94	105
2025	86	97	76	125	105
2026	73	84	63	156	105
2027	10	21	0	0	105

Procjedne vode prikupljene postojećim sistemima drenaže procjednih voda smanjit će se ovisno o odabranoj opciji za završno zatvaranje donjeg i dijela centralnog dijela deponije. Osim vrijednosti procjednih voda u kolonama 2-4 gornje tabele, njima treba dodati i dio baznog toka kako bi se dobila ukupna količina procjednih voda za tretiranje. Ukupna redukcija procjednih voda ovisit će o uspjehu smanjenja baznog toka.

U gornjoj tablici također je procijenjena proizvodnja procjednih voda sa dijela deponije koji se tek treba formirati, a planirano je da se procjedne vode iz ovog područja odvojeno prikupljaju, skladište, recirkuliraju i/ili tretiraju, uz mogućnost da se provedu i do lokacije postojećeg postrojenja za tretman otpadnih voda.

8 Zaključci i preporuke

Na osnovu zaključaka analize u ovoj preliminarnoj studiji izvodljivosti, mogu se dati sljedeće preporuke:

- › Pokrivanje donjeg i centralnog dijela deponije kombinacijom polupropusnog i nepropusnog gornjeg brtvenog sloja osigurat će pozitivne učinke u vidu smanjenja nastanka procjednih voda i unapređenja općeg stanja deponije. Ukupna površina planiranog zahvata je 11,7 ha, podijeljena na tri područja (područje 1 veličine 4,4 ha, područje 2 veličine 3 ha i područje 3 veličine 4,3 ha).
- › Razmatraju se tri opcije za pokrivanje dijela deponije. U Opciji 1 razmatrano je pokrivanje područja 1 i 2 (ukupno 7,3 ha) s nepropusnim gornjim pokrovom, a područje 3 (4,3 ha) sa polupropusnim gornjim pokrovom. Za Opciju 2, planirano je da područje 1 (4,4 ha) bude pokriveno nepropusnim slojem, a područje 2 i područje 3 (ukupno 7,3 ha) s polupropusnim slojem. Opcija 3 podrazumijeva pokrivanje područja 1, 2 i 3 (ukupno 11,7 ha) s nepropusnom gornjom prekrivkom.
- › Nakon procjene sistema odvodnje procjednih voda i analize dostupnih klimatskih podataka i podataka o količini i kvaliteti procjednih voda, ustanovljen je model procjednih voda i izračunat je utjecaj planiranih mjera za pokrivanje dijela deponije na proizvodnju procjednih voda.
 - › Ukupna količina procjednih voda modelirana za postojeću situaciju (bez prekrivanja) je $Q = 3,46$ l/s, a procijenjena količina procjednih voda koja nastaje sa područja koje se planira prekriti je 0,9 l/s.
 - › Za Opciju 1, kojom se pokriva područje 1 i 2 (ukupno 7,3 ha) s nepropusnim gornjim pokrovom i površina 3 (4,3 ha) polupropusnim gornjim pokrovom, prosječna količina procjedne vode smanjit će se sa 0,90 l/s na 0,11 l/s što je smanjenje od 0,79 l/s ili 88%, a ako se gleda u odnosu na ukupne procjedne vode smanjit će se na 2,67 l/s, što je smanjenje od 0,79 l/s ili 23% u odnosu na postojeće stanje.
 - › Za Opciju 2, pokrivanje područja 1 (4,4 ha) s nepropusnim slojem i područje 2 i 3 (ukupno 7,3 ha) polupropusnim slojem, predviđa se smanjenje procjednih voda od postojećih 3,46 l/s do 2,80 l/s. Prema tome, predviđa se smanjenje procjednih voda od 0,66 l/s ili 19%, a ako se razmatra smanjenje procjednih voda sa prekrivenog dijela ono će biti sa 0,90 l/s na 0,24 l/s što je 0,66 l/s ili 73%.
 - › Za Opciju 3, pokrivanje područja 1, 2 i 3 (ukupno 11,7 ha) nepropusnim gornjim pokrovom, predviđa smanjenje procjednih voda sa razmatranog područja će biti 0,9 l/s ili 100%, a ukupne procjedne vode od 3,46 l/s do 2,56 l/s, što je smanjenje od 0,90 l/s ili 26%.
- › Opcija 3 je najskuplja opcija, ali s najvećim utjecajem na smanjenje procjednih voda. Opcija 2 je najmanje zahtjevnja opcija u financijskom smislu, ali s najmanjim smanjenjem proizvodnje procjednih voda. Procijenjena razlika u troškovima projekta između opcija 1 i 3 je oko 1.000.000 KM (oko 500.000 €), a razlika u operativnim troškovima postrojenja za tretman procjednih voda na godišnjoj razini je oko 30.000 KM (15.000 €) ako se usvoji da je operativni trošak 4 KM (2 €) po kubnom metru procjedne vode. Kada se uspoređuju Opcije 2 i 3, razlika u ukupnim troškovima ulaganja za pokrivanje je 1.800.000 KM (900.000 €), a razlika u operativnim troškovima postrojenja za tretman procjednih voda na godišnjoj razini iznosi oko 14.000 KM (7.000 €).

- › Kako bi se produkcija procjednih voda svela na minimum, potrebno je riješiti tri glavna pitanja. Prvo od njih je zatvaranje odlagališta završnom prekrivkom. Drugo je odvojiti procjednu vodu iz budućeg dijela deponije od postojećih drenažnih sistema. Na taj se način procjedne vode mogu odvojeno sakupljati u laguni, može se vršiti recirkulacija ili se procjedne vode mogu tretirati na postrojenju za tretman na kojem će se tretirati procjedne vode sa ostalog dijela deponije ili se može uspostaviti novi tretman. Na taj način postrojenje za tretman procjednih voda sa trenutne deponije ne mora biti opterećeno dodatnom procjednom vodom. Treće pitanje koje treba razmotriti i istražiti je moguća infiltracija ili mjesta ulijevanja u drenažne sisteme procjednih voda kako bi se smanjila količina baznog toka.
- › U kontekstu daljeg razvoja deponije predlaže se korištenje glinenog geosintetičkog sloja od bentonita kao opcija za donji brtveni sloj sa dodatnom vodonepropusnom HDPE folijom debljine 1,5 mm. Ovo rješenje je usvojeno jer će se deponija graditi na postojećem starom otpadu. Preporuka je se da se cijelo područje planirano za razvoj deponije zatvori donjim brtvenim slojem istovremeno ili najviše kroz dvije faze. Kosine planirane deponije ne bi trebale biti strmije od 1:3.

Prilog A Prognoza proizvodnje otpada

Proгноza nastanka otpada-Kanton Sartajevo																		
Godina	2013 *	2014 *	2015 *	2016 *	2017 **	2018 **	2019 **	2020 **	2021 **	2022 **	2023 **	2024 **	2025 **	2026 **	2027 **	2028 **	2029 **	2030 **
Ukupno	413.593	414.721	416.433	417.498	418.750	420.007	421.267	422.531	423.798	425.070	426.345	427.624	428.907	430.193	431.484	432.778	434.077	435.379
Urbano područje (91,1%)	376.783	377.811	379.370	380.341	381.482	382.626	383.774	384.925	386.080	387.238	388.400	389.565	390.734	391.906	393.082	394.261	395.444	396.630
Ruralno područje (8,9%)	36.810	36.910	37.063	37.157	37.268	37.381	37.493	37.606	37.718	37.832	37.945	38.059	38.173	38.287	38.402	38.517	38.633	38.749
	*	Podaci iz Zavoda za planiranje Kantona Sarajevo					Ref: https://zpr.ks.gov.ba/sites/zpr.ks.gov.ba/files/izvjestaj_o_razvoju_kantona_sarajevo_u_2016_1.pdf (Tabela 4)											
	**	Naša projekcije na osnovu prosječnog rasta populacije																
Prosječan rast stanovništva	0,003				Godina	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Postotak stanovništva koji stanuje u individualnim objektima stanovanja (na osnovu podataka iz popisa stanovništva i Studije o odvojenom prikupljanju otpada - Institut za planiranje Kantona Sarajevo)	0,39				Odvojeno prikupljeni papir i karton, plastika i staklo (t / god)	1.304	1.322	1.341	1.360	2.759	8.394	14.185	17.261	17.502	17.747	17.996	18.248	18.503
					Odvojeno prikupljeni organski otpad iz pojedinačnih stanovanja (t/g)	0	0	0	0	16.855	17.091	17.330	17.573	17.819	18.068	18.321	18.577	18.838
					Ukupno mješovitog komunalnog otpada za odlaganje (t / god = m³ / god)	159.149	165.356	171.805	174.210	158.414	155.036	151.532	150.777	152.888	155.028	157.198	159.399	161.631
					Ukupno mješovitog komunalnog otpada (t / g)	160.453	166.678	173.146	175.570	178.028	180.520	183.047	185.610	188.208	190.843	193.515	196.224	198.972
					Produkcija otpada po stanovniku (kg / cap / g)	1,05	1,08	1,12	1,14	1,15	1,16	1,17	1,19	1,20	1,21	1,23	1,24	1,25
					Materijal za pokrivanje	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
						m³ / y	7.957	8.268	8.590	8.711	7.921	7.752	7.577	7.539	7.644	7.751	7.860	7.970
					Količina za odlaganje	m³ / y	167.106	173.624	180.395	182.921	166.335	162.788	159.109	158.316	160.532	162.779	165.058	167.369
					Kumulativno	m³	167.106	340.730	521.125	704.046	870.381	1.033.168	1.192.277	1.350.593	1.511.125	1.673.904	1.838.962	2.006.331
					Životni vijek deponije (godine)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Povećanje odvojene stope naplate (% od papira, kartona, plastike i stakla proizvedeno u toj godini)						0	0	0	0	5	15	25	30	30	30	30	30	30
Posebna stopa naplate (% organskog otpada u toj godini)						0	0	0	0	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Papira, kartona, plastike i stakla proizvedeno za navedenu godinu - na osnovu provedene analize SWA alata u junu 2018 godine.						49.718	51.657	53.672	54.423	55.185	55.958	56.741	57.536	58.341	59.158	59.986	60.826	61.677
Organski otpad - proizveden u predmetnoj godini - na osnovu provedene analize SWA alata u junu 2018 godine.						38.936	40.454	42.032	42.620	43.217	43.822	44.436	45.058	45.689	46.328	46.977	47.635	48.301

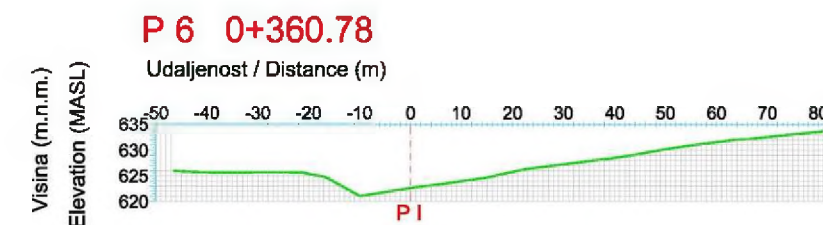
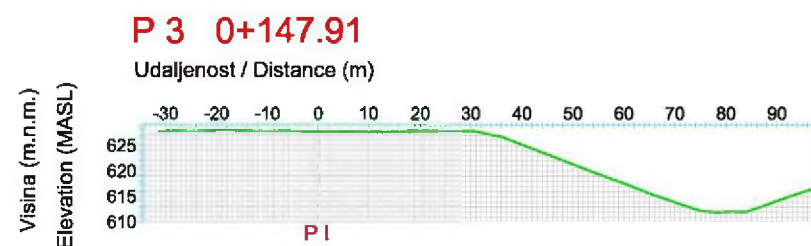
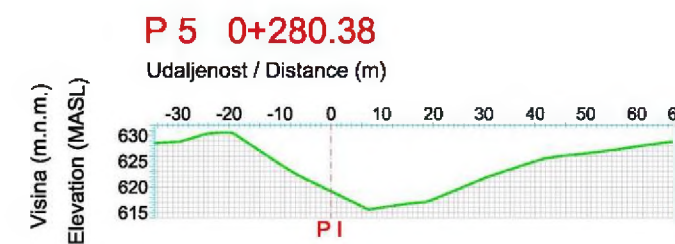
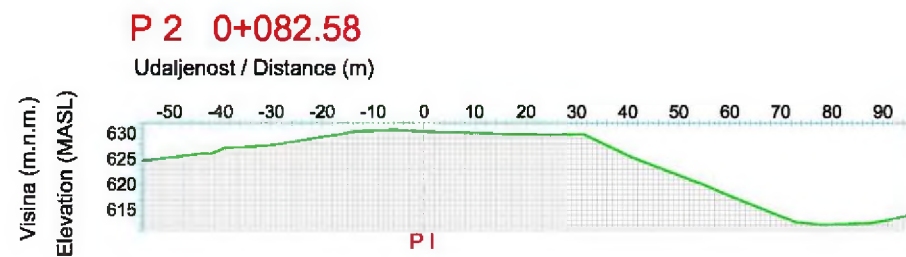
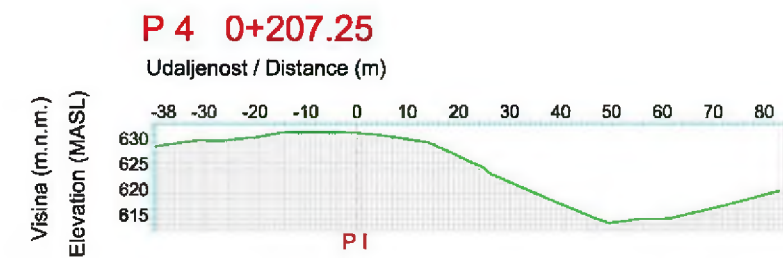
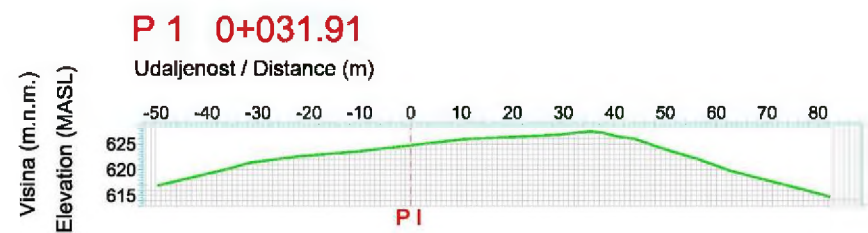
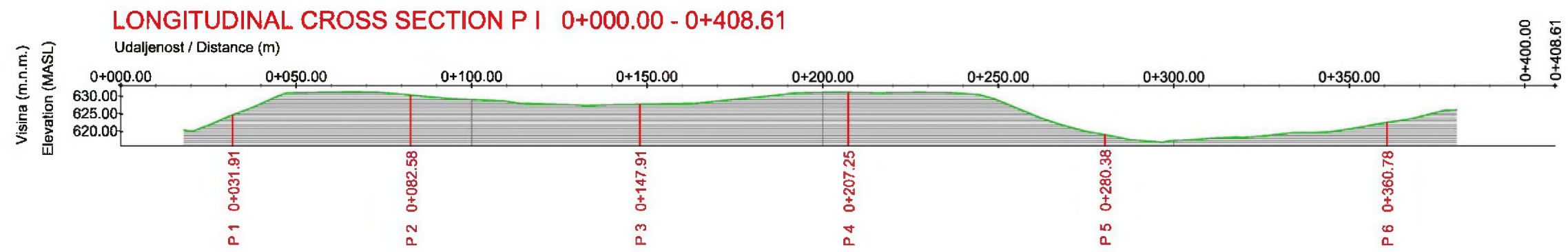
Prilog B Geodetska situacija i presjeci



Pripremio / Prepared by:
Z.L.

COWI

PRILOG B2: PRESJECI AKTIVNE PLOHE DEPONIJE RCZO SMILJEVIĆI, KANTON SARAJEVO APPENDIX B2: CROSS SECTIONS OF ACTIVE AREA OF THE LANDFILL AT RWMC SMILJEVIĆI, SARAJEVO CANTON



Datum / Date:
15.11.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.

COWI

Prilog C Postojeća situacija

PRILOG C1: POSTOJEĆA SITUACIJA REGIONALNOG CENTRA ZA ZBRINJAVANJE OTPADA SMILJEVIĆI, SARAJEVO

APPENDIX C1: EXISTING SITUATION AT REGIONAL WASTE MANAGEMENT CENTER SMILJEVIĆI, SARAJEVO



OSNOVNE INFORMACIJE / BASIC INFORMATION

Lokacija / Location:
Sarajevo

Regionaini centar za zbrinjavanje otpada / RWMC:
Smiljevići

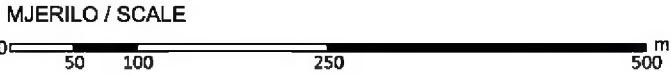
Površina deponije / Landfill area:
A ≈ 280,000 m²

Prosječna visina / Average height:
H ≈ 25 m of waste

Zapremina otpada / Waste volume:
V ≈ 7,100,000 m³

LEGENDA / LEGEND

- Ograda / Fence
- Područje prekriveno otpadom / Footprint of the existing landfill
- Drenaža procjedne vode - Plitka / Leachate drainage - Shallow
- Drenaža procjedne vode - Duboka / Leachate drainage - Deep
- Glavni plinski cjevovod / Main gas pipeline
- Bunari za otplinjavanje / Gas collection wells
- Kanali za odvod površinske vode / Surface water channels
- Odvod površinske i podzemne vode / Surface and groundwater drainage
- Elektroenergetska mreža / Power supply network
- Vodovodna mreža / Water supply pipeline



Datum / Date:
21.12.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.



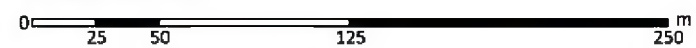
PRILOG C2: POSTOJEĆA SITUACIJA REGIONALNOG CENTRA ZA ZBRINJAVANJE OTPADA SMILJEVIĆI, SARAJEVO
APPENDIX C2: EXISTING SITUATION AT REGIONAL WASTE MANAGEMENT CENTER SMILJEVIĆI, SARAJEVO



LIST 1/2
SHEET 1/2



MJERILO / SCALE



Datum / Date:
21.12.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.

COWI

POSTOJEĆA SITUACIJA REGIONALNOG CENTRA ZA ZBRINJAVANJE OTPADA SMILJEVIĆI, SARAJEVO
EXISTING SITUATION AT REGIONAL WASTE MANAGEMENT CENTER SMILJEVIĆI, SARAJEVO



LIST 2/2
SHEET 2/2

MJERILO / SCALE
0 25 50 125 250 m

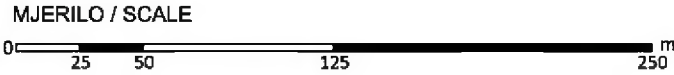
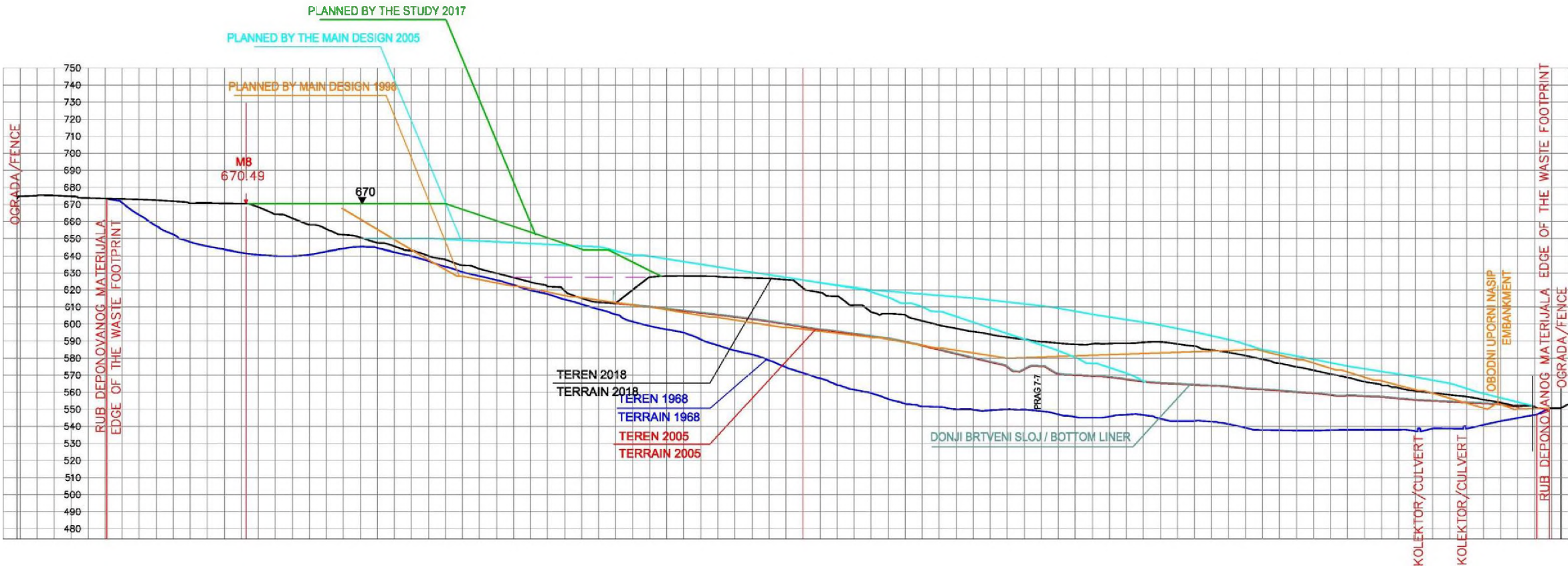
Datum / Date:
20.10.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.

COWI

PRILOG C3: GLAVNI PRESJEK POSTOJEĆE DEPONIJE REGIONALNOG CENTRA ZA ZBRINJAVANJE OTPADA SMILJEVIĆI, SARAJEVO

APPENDIX C3: MAIN CROSS SECTION OF THE EXISTING LANDFILL AT REGIONAL WASTE MANAGEMENT CENTER SMILJEVIĆI, SARAJEVO



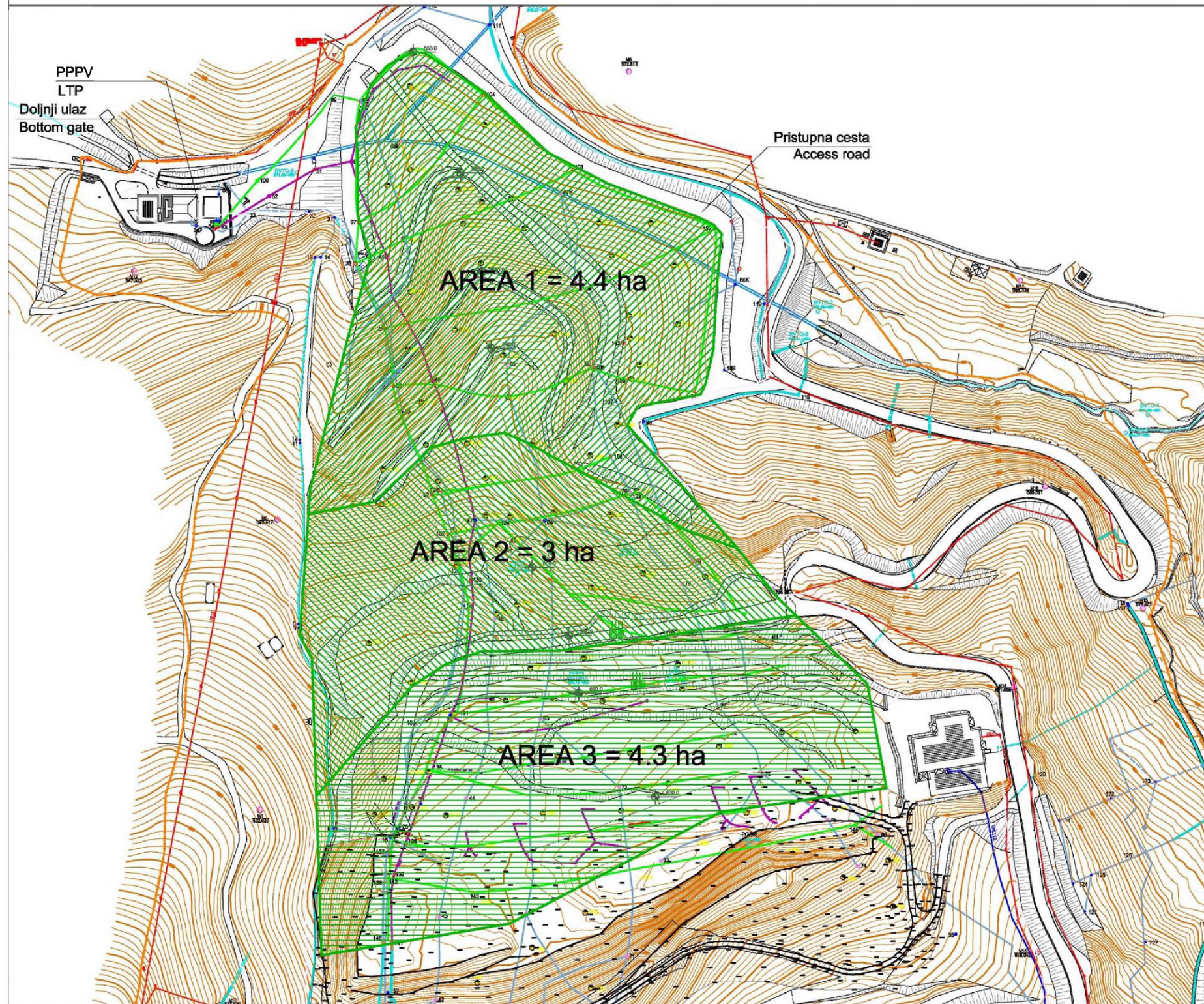
Datum / Date:
21.12.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.



Prilog D Plan zatvaranja dijela deponije gornjim brtvenim slojem

PRILOG D1: PLAN ZATVARANJA DIJELA DEPONIJE GORNJIM BRTVENIM SLOJEM
APPENDIX D1: LAYOUT FOR CLOSURE OF PART OF THE LANDFILL WITH TOP LINER



OSNOVNE INFORMACIJE / BASIC INFORMATION

Lokacija / Location:
Sarajevo
Regionalni centar za zbrinjavanje otpada / RWMC:
Smiljevići
Površina za zatvaranje / Capping area:
A ≈ 117,000 m²

LEGENDA / LEGEND

- Zatvoreni dio deponije / Closed part of the landfill
- Ograda / Fence
- Područje prekriveno otpadom / Footprint of the existing landfill
- Drenaža procjedne vode - Plitka / Leachate drainage - Shallow
- Drenaža procjedne vode - Duboka / Leachate drainage - Deep
- Glavni plinski cjevovod / Main gas pipeline
- Bunari za otplinjavanje / Gas collection wells
- Kanali za odvod površinske vode / Surface water channels
- Odvod površinske i podzemne vode / Surface and groundwater drainage
- Elektroenergetska mreža / Power supply network
- Vodovodna mreža / Water supply pipeline

MJERILO / SCALE
0 25 50 125 250 m

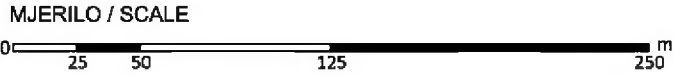
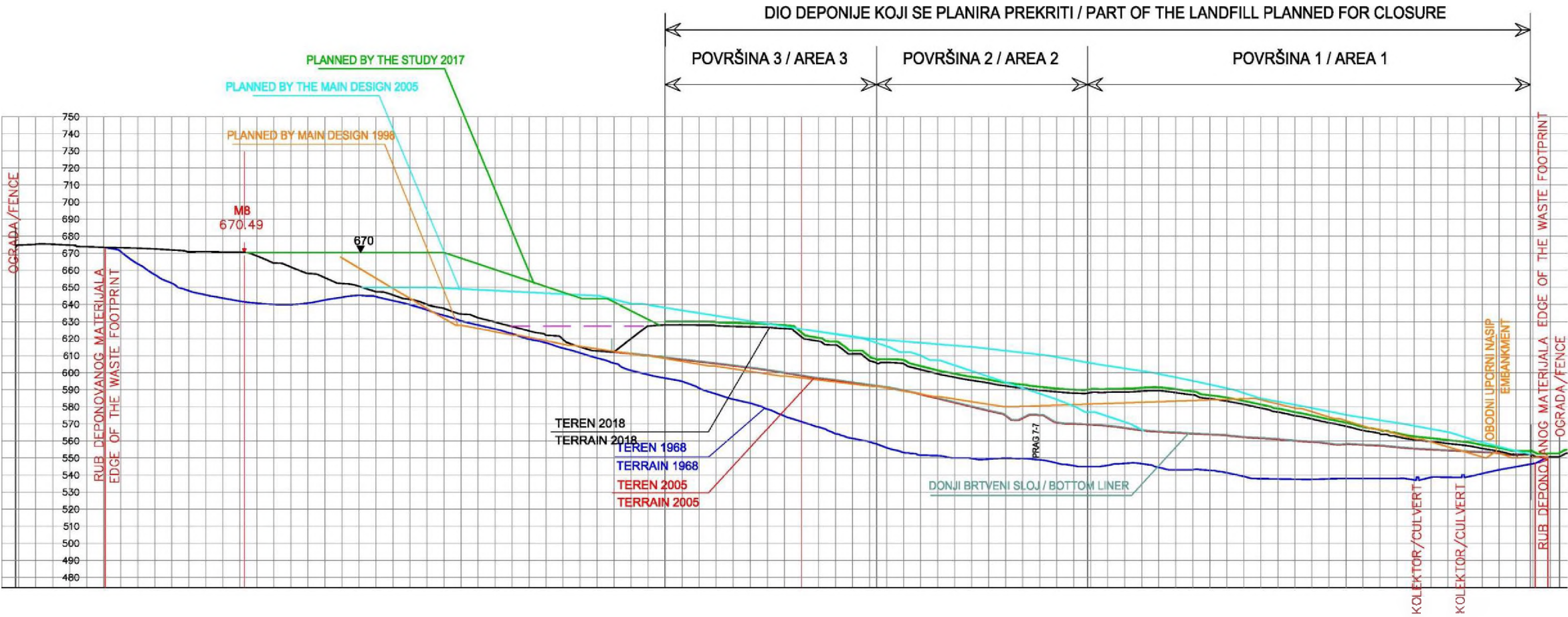
Datum / Date:
21.12.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.

COWI

PRILOG D2: PRESJEK DIJELA DEPONIJE KOJI SE ZATVARA GORNJIM BRTVENIM SLOJEM

APPENDIX D2: CROSS SECTION OF PART OF THE LANDFILL PLANNED FOR CLOSURE WITH TOP LINER



Datum / Date:
21.12.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.

COWI

Prilog E Plan budućeg odlaganja otpada na deponiji

PRILOG E1: PLAN BUDUĆEG ODLAGANJA OTPADA NA DEPONII
APPENDIX E1: LAYOUT FOR FUTURE WASTE DISPOSAL AT THE LANDFILL



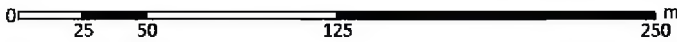
OSNOVNE INFORMACIJE / BASIC INFORMATION

Lokacija / Location:
Sarajevo
Regionalni centar za zbrinjavanje otpada / RWMC:
Smiljevići
Površina / Area:
 $A \approx 120,000 \text{ m}^2$
Prosječna visina otpada / Average height of waste:
 $H \approx 12 \text{ m}$
Raspoloživa zapremina / Available volume:
 $V \approx 1,400,000 \text{ m}^3$
Životni vijek / Lifespan:
otprilike do / approximately to: 2026

LEGENDA / LEGEND

- Planirano područje za nastavak deponije /
Area planned for development of the landfill
- Ograda /
Fence
- Područje prekriveno otpadom /
Footprint of the existing landfill
- Drenaža procjedne vode - Plitka /
Leachate drainage - Shallow
- Drenaža procjedne vode - Duboka /
Leachate drainage - Deep
- Glavni plinski cjevovod /
Main gas pipeline
- Bunari za otplinjavanje /
Gas collection wells
- Kanali za odvod površinske vode /
Surface water channels
- Odvod površinske i podzemne vode /
Surface and groundwater drainage
- Elektroenergetska mreža /
Power supply network
- Vodovodna mreža /
Water supply pipeline

MJERILO / SCALE



Datum / Date:
21.12.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.

COWI

PRILOG E2: UZDUŽNI PRESJEK S PLANOM ODLAGANJA OTPADA NA DEPONIJ

APPENDIX E2: CROSS SECTION FOR WASTE DISPOSAL AT THE LANDFILL



MJERILO / SCALE

0 10 50 100 200 m

Datum / Date:
21.12.2018.

Pripremio / Prepared by:
Z.L.

COWI

Prilog F Model procjednih voda

Klimatski podaci

Meteorološka stanica: Sarajevo –Bjelave

Period: 1981. - 2010.

Srednja mjesečna i godišnja temperatura T (°C)

Srednja mjesečna i godišnja temperatura (°C)													
Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ukupno
1981	-4,1	-0,2	7,7	9,6	14,3	17,6	17,8	18,2	15,5	12,3	1,8	2,5	9,4
1982	-0,5	-0,4	4,1	9,3	15,1	16,9	19,4	19,4	17,7	11,8	4,2	4,1	10,1
1983	1,6	-0,7	6,5	12,2	16,2	14,3	15,4	18,2	14,4	9,8	2,1	0,4	9,2
1984	0,9	0,4	3,4	7,9	14,2	15,5	17,5	17,1	14,8	11,4	4,3	0,1	9,0
1985	-4,4	-2,5	5,1	9,4	16,2	18,3	19,9	19,9	15	9,4	5,3	2,3	9,5
1986	0,6	-1,2	5,1	11,3	16	16	17,1	20	15,1	10,3	4,9	-1,6	9,5
1987	-1,6	2,5	-0,4	8,9	12,4	17,6	22,4	18,6	19	11,7	6,1	0,3	9,8
1988	2,3	2,9	3,5	9,3	14,8	16,7	22,4	20,7	14,8	10,5	0,3	0,1	9,9
1989	-1,3	4,1	8,4	11,8	12,5	14,8	18,7	18,2	15,2	9,2	3,4	1,7	9,7
1990	-1,2	5,7	8,4	9	13,9	17,7	19,1	19	13,7	12,5	7,4	-0,2	10,4
1991													
1992	-1,6	1	5,5	9,6	14,3	16,9	19,3	22,8	16	12,1	7,3	0,1	10,3
1993	-0,6	-1,4	3,3	9,8	16	18	19,7	20	15,5	13,4	3	3,6	10,0
1994	2,2	1,3	8,7	9,8	15,7	17,6	20,2	21,1	18,6	9,6	6,8	1	11,1
1995	-0,8	5,4	4,4	8,8	13,6	16,8	20,9	17,4	13,7	10,8	2,5	2,4	9,7
1996	1,7	-1,3	2,1	9,4	15,9	18,7	19,1	19	11,6	10,3	8	-0,4	9,5
1997	1,3	2,8	4,9	4,5	14,9	19,7	18,9	17,9	15,1	7,6	5,9	2,9	9,7
1998	2	3,8	3,2	11,1	13,6	19,2	21,4	20,6	14,8	11,6	2,8	-2,9	10,1
1999	0,1	-0,5	6,3	10,7	15,5	18,7	19,3	20	16,3	11	4,1	1,3	10,2
2000	-3,7	1,2	5	12,7	16,4	19,6	20,5	21,9	15,3	12,8	10,3	3,2	11,3
2001	3,6	2,7	9,9	9	15,6	16,6	20,2	20,8	13	12,6	2,9	-3,1	10,3
2002	-1,9	5,8	8,3	9,4	15,6	19,4	20,3	18,8	13,4	11,3	9,8	2,4	11,1
2003	-0,4	-3,2	4,8	8,8	17,2	20,4	20,8	22,6	14,6	9,5	7,4	0,5	10,3
2004	-1,2	1,7	5,3	10,7	12,3	18	20,1	19,1	15,2	13,9	4,4	2,3	10,2
2005	-0,9	-2,9	2,8	9,7	14,7	16,9	19,7	17,7	15,2	11	4,8	1	9,1
2006	-1,9	0,5	4,2	10,7	14,7	16,9	19,6	17,9	15,7	12,2	5,1	1,2	9,7
2007	4,7	5,7	7,3	11,9	15,9	20,1	22	21,5	13,3	8,9	2,4	-1,4	11,0
2008	1,9	3,8	6	10,4	15,5	19,1	20,3	20,7	14,1	11,9	7,3	3,2	11,2
2009	-0,5	1	4,7	12,1	16,2	17,8	20,6	20,4	16,6	9,1	8,1	3,2	10,8
2010	0,4	1,8	5,2	10,4	14,4	18,1	20,8	21,5	15	8,7	9,5	1,5	10,6
min	-4,4	-3,2	-0,4	4,5	12,3	14,3	15,4	17,1	11,6	7,6	0,3	-3,1	9,0
max	4,7	5,8	9,9	12,7	17,2	20,4	22,4	22,8	19	13,9	10,3	4,1	11,3
prosjeck	-0,1	1,4	5,3	9,9	15,0	17,7	19,8	19,7	15,1	10,9	5,2	1,1	10,1

Srednja mjesečna i godišnja količina padavina P (mm)

Srednja mjesečna i godišnja količina padavina (mm)													
Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ukupno
1981	68	48	82	63	80	103	46	102	97	62	56	120	927
1982	36	17	69	87	29	73	84	26	6	86	41	73	627
1983	25	120	41	29	35	129	112	66	96	22	66	51	792
1984	85	81	45	89	79	78	73	91	74	129	51	9	884
1985	86	63	82	129	58	76	29	76	16	32	144	71	862
1986	96	144	91	76	56	161	99	40	9	77	28	40	917
1987	105	30	84	79	132	41	14	80	37	78	206	78	964
1988	92	53	157	84	50	113	8	74	109	42	66	65	913
1989	12	41	72	85	148	147	137	183	50	101	106	22	1104
1990	11	24	43	61	44	72	49	39	68	54	86	92	643
1991													
1992	18	59	25	106	70	118	83	16	38	134	67	45	779
1993	23	22	114	32	62	81	65	72	85	54	110	68	787
1994	74	76	35	140	63	99	87	43	61	70	37	42	824
1995	105	58	102	62	108	155	54	122	89	1	80	156	1091
1996	71	93	58	70	54	47	18	88	258	95	112	104	1068
1997	50	59	45	106	60	51	80	55	19	163	76	87	849
1998	53	22	45	84	42	100	40	62	115	136	108	94	899
1999	60	121	59	100	64	75	99	84	100	57	137	294	1249
2000	50	57	58	50	75	23	52	16	66	90	91	94	721
2001	105	52	70	118	75	120	65	71	232	37	154	45	1142
2002	41	25	46	115	86	51	77	91	197	118	50	71	967
2003	110	43	2	31	49	95	65	7	79	211	35	64	791
2004	94	66	51	115	96	81	140	39	67	51	156	92	1048
2005	64	175	74	70	111	79	109	141	102	28	67	134	1153
2006	36	55	135	77	60	79	116	173	41	81	46	64	961
2007	83	48	79	19	109	58	67	25	146	139	172	51	996
2008	28	14	138	61	57	84	101	41	85	60	91	76	835
2009	102	54	84	61	64	155	86	53	20	172	64	145	1058
2010	161	96	63	59	93	182	29	44	126	81	139	113	1187
Pmin	11	14	2	19	29	23	8	7	6	1	28	9	627
Pmax	161	175	157	140	148	182	140	183	258	211	206	294	1249
Pavg	67	63	71	78	73	94	72	70	86	85	91	85	932

Meteorološka stanica: Sarajevo - Bjelave

Period: 1981. - 2010.

Srednja mjesečna i godišnja količina padavina P
(mm)

Godina	Mjesečna količina padavina, P (mm)												Godišnja količina padavina, P (mm)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Prosjek	67	63	71	78	73	94	72	70	86	85	91	85	932

Monthly and annual mean temperature T (°C)

Godina	Mjesečna temperatura, T (°C)												Godišnja temperatura, T (°C)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Prosjek	-0,1	1,4	5,3	9,9	15,0	17,7	19,8	19,7	15,1	10,9	5,2	1,1	10,1

Vrijednosti korekcionog faktora u Thornthwaite jednačini

Geografska širina N	Korekcionni faktor Thornthwaite, k (Rf)											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV
44	0,80	0,80	1,02	1,13	1,27	1,28	1,30	44	0,80	0,80	1,02	1,13

Potencijalna evapotranspiracija po Thornthwaiteu, pET (mm)

Godina	Mjesečna potencijalna evapotranspiracija ETp (mm)												Godišnja ETp (mm)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Prosjek	0,0	3,5	21,4	49,2	88,6	108,7	125,3	115,1	73,5	46,2	16,6	2,6	650,8

Model procjernih voda za postojeću situaciju

Mjesečna produkcija procjernih voda															
	Procjedna voda			Ćelija 1 124000 m2			Ćelija 2 33000 m2			Ćelija 3 117000 m2			Bazni proticaj 0 m2		
	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s
jan	14841	479	5,54	4669	151	1,74	2150	69	0,80	4808	155	1,80	3214	104	1,20
feb	13352	473	5,47	4165	147	1,71	1972	70	0,81	4312	153	1,77	2903	104	1,20
mar	11625	375	4,34	3198	103	1,19	1783	58	0,67	3430	111	1,28	3214	104	1,20
apr	8168	272	3,15	1618	54	0,62	1458	49	0,56	1982	66	0,76	3110	104	1,20
maj	3989	129	1,49	0	0	0,00	775	25	0,29	0	0	0,00	3214	104	1,20
jun	3775	126	1,46	0	0	0,00	664	22	0,26	0	0	0,00	3110	104	1,20
jul	3214	104	1,20	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3214	104	1,20
avg	3214	104	1,20	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3214	104	1,20
sep	5219	174	2,01	225	7	0,09	1177	39	0,45	707	24	0,27	3110	104	1,20
okt	10087	325	3,77	2378	77	0,89	1754	57	0,65	2741	88	1,02	3214	104	1,20
nov	14948	498	5,77	4611	154	1,78	2369	79	0,91	4857	162	1,87	3110	104	1,20
dec	16385	529	6,12	5273	170	1,97	2457	79	0,92	5442	176	2,03	3214	104	1,20
Ukupno/Prosječno	108818	299	3,459	26137	843	0,83	16559	534	0,53	28279	912	0,90	37843	1221	1,20

Smanjenje procjednih voda za opciju zatvaranja 1

Mjesečna produkcija procjednih voda															
	Procjedna voda			Ćelija 1 124000 m2			Ćelija 2 33000 m2			Ćelija 3 117000 m2			Bazni proticaj 0 m2		
	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s
jan	11223	362	4,19	4669	151	1,74	2150	69	0,80	1190	38	0,44	3214	104	1,20
feb	9909	351	4,06	4165	147	1,71	1972	70	0,81	869	31	0,36	2903	104	1,20
mar	8195	264	3,06	3198	103	1,19	1783	58	0,67	0	0	0,00	3214	104	1,20
apr	6186	206	2,39	1618	54	0,62	1458	49	0,56	0	0	0,00	3110	104	1,20
maj	3989	129	1,49	0	0	0,00	775	25	0,29	0	0	0,00	3214	104	1,20
jun	3775	126	1,46	0	0	0,00	664	22	0,26	0	0	0,00	3110	104	1,20
jul	3214	104	1,20	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3214	104	1,20
avg	3214	104	1,20	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3214	104	1,20
sep	4512	150	1,74	225	7	0,09	1177	39	0,45	0	0	0,00	3110	104	1,20
okt	7346	237	2,74	2378	77	0,89	1754	57	0,65	0	0	0,00	3214	104	1,20
nov	10394	346	4,01	4611	154	1,78	2369	79	0,91	303	10	0,12	3110	104	1,20
dec	12183	393	4,55	5273	170	1,97	2457	79	0,92	1240	40	0,46	3214	104	1,20
Ukupno/Prosječno	84140	231	2,67	26137	843	0,83	16559	534	0,53	3601	116	0,11	37843	1221	1,20

Smanjenje procjernih voda za opciju zatvaranja 2

Monthly leachate generation, max area, avg rain															
Design Year	Leachate			Cell 1 124000 m2			Cell 2 33000 m2			Cell 3 117000 m2			Base flow 0 m2		
	m3/mnth	m3/day	l/s	m3/mnth	m3/day	l/s	m3/mnth	m3/day	l/s	m3/mnth	m3/day	l/s	m3/mnth	m3/day	l/s
jan	12027	388	4,49	4669	151	1,74	2150	69	0,80	1994	64	0,74	3214	104	1,20
feb	10674	378	4,37	4165	147	1,71	1972	70	0,81	1634	58	0,67	2903	104	1,20
mar	8735	282	3,26	3198	103	1,19	1783	58	0,67	541	17	0,20	3214	104	1,20
apr	6186	206	2,39	1618	54	0,62	1458	49	0,56	0	0	0,00	3110	104	1,20
may	3989	129	1,49	0	0	0,00	775	25	0,29	0	0	0,00	3214	104	1,20
jun	3775	126	1,46	0	0	0,00	664	22	0,26	0	0	0,00	3110	104	1,20
jul	3214	104	1,20	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3214	104	1,20
aug	3214	104	1,20	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3214	104	1,20
sep	4512	150	1,74	225	7	0,09	1177	39	0,45	0	0	0,00	3110	104	1,20
oct	7346	237	2,74	2378	77	0,89	1754	57	0,65	0	0	0,00	3214	104	1,20
nov	11406	380	4,40	4611	154	1,78	2369	79	0,91	1315	44	0,51	3110	104	1,20
dec	13117	423	4,90	5273	170	1,97	2457	79	0,92	2173	70	0,81	3214	104	1,20
Total/Average	88196	242	2,80	26137	843	0,83	16559	534	0,53	7657	247	0,24	37843	1221	1,20

Smanjenje procjednih voda za opciju zatvaranja 3

Mjesečna produkcija procjednih voda															
	Procjedna voda			Ćelija 1 124000 m2			Ćelija 2 33000 m2			Ćelija 3 117000 m2			Bazni proticaj 0 m2		
	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s	m3/mjesec	m3/dan	l/s
jan	10033	324	3,75	4669	151	1,74	2150	69	0,80	0	0	0,00	3214	104	1,20
feb	9040	320	3,70	4165	147	1,71	1972	70	0,81	0	0	0,00	2903	104	1,20
mar	8195	264	3,06	3198	103	1,19	1783	58	0,67	0	0	0,00	3214	104	1,20
apr	6186	206	2,39	1618	54	0,62	1458	49	0,56	0	0	0,00	3110	104	1,20
maj	3989	129	1,49	0	0	0,00	775	25	0,29	0	0	0,00	3214	104	1,20
jun	3775	126	1,46	0	0	0,00	664	22	0,26	0	0	0,00	3110	104	1,20
jul	3214	104	1,20	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3214	104	1,20
avg	3214	104	1,20	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	3214	104	1,20
sep	4512	150	1,74	225	7	0,09	1177	39	0,45	0	0	0,00	3110	104	1,20
okt	7346	237	2,74	2378	77	0,89	1754	57	0,65	0	0	0,00	3214	104	1,20
nov	10091	336	3,89	4611	154	1,78	2369	79	0,91	0	0	0,00	3110	104	1,20
dec	10943	353	4,09	5273	170	1,97	2457	79	0,92	0	0	0,00	3214	104	1,20
Ukupno/Prosječno	80539	221	2,56	26137	843	0,83	16559	534	0,53	0	0	0,00	37843	1221	1,20

Prilog G Podaci o kvaliteti procjednih voda

Karakteristične vrijednosti parametara

Component	Unit	Typical values			
		Acid phase		Methane phase	
		0 - 2 years		2-20 years	>20 years
		Typical variation	Design value	Design value	Design value
pH		5 - 6,5	6	7,5	7,5
Coliform	/100ml	-			
COD	mg/l	20000 - 40000	25000	4000	1000
BOD5	mg/l	10000 - 30000	15000	2000	400
NH4-N	mg/l	900 - 1500	1200	1100	1000
Chloride	mg/l	1000 - 3000	2000	1700	1400
Sulphate	mg/l	200 - 1000	500	300	100
Iron	mg/l	5 - 1200	100	25	10
Manganese	mg/l	20 - 30	20	10	1
Zinc	mg/l	1 - 5	3	1	0,5
Copper	mg/l	0,5 - 5	1	0,5	0,1
Nickel	mg/l	0,2 - 5	1	0,5	0,1
Chromium (VI)	mg/l	0,2 - 2	1	0,2	0,1
Lead	µg/l	50 - 1000	100	75	50
Cadmium	µg/l	1 - 100	10	7	2
Hg	µg/l	0,2 - 50	10	7	5
PO4	mg/l	5 - 100	30	10	5
SS (susp.solids)	mg/l	200 - 2000	500	300	100

Izvor: Laboratorijske analize koje je izvršila laboratorija TQM

Tabela . Fizičko-hemijsko ispitivanje prosječne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u površinske vode-Ispust Kalota
 Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into surface waters

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDH/Granična vrijednost za ispuštanje u površinske vode/ Limit value for release into surface waters/limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018
Količina padavina/Amount of rain [suma me padavine u toku dana]	L/m ²	/	4,7	0,4	5,3	0,0	9,6
Protok/Flow	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	20,2	24,2	20,8	22,4	25,9
Protok/Flow	m ³ /dan	/	98,7	100,1	88,2	74,4	104,1
Sljapa	/	6,5-9,0	7,68	7,56	7,84	7,59	7,48
Elektronska provodljivost/Conductivity	uS/cm	/	6630	7113	7240	6720	6940
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	3530	3910	3600	3250	3300
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	5,47	4,87	3,11	4,44	6,44
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	125	750	830	880	940	310
Bioloska potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	25	42,0	46,0	56,0	53,0	153,2
Amonijak/Ammonia	mgN/L	10	200,2	381,5	505,0	585,9	275,1
Nitrit/Nitrites	mgN/L	10	2,8	5,3	9,3	11,1	8,9
Organik azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	294,9	292,4	313,4	285,8	132
Nitrit/Nitrite	mgN/L	/	0,10	0,16	0,27	0,13	0,27
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	15	499	679	865	883	416,2
Taloživa materija/Settleable solids	ml/L	0,5	0,02	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Ukupna suspenzivna materija/Total suspended matter	mg/L	35	7	5	4	2	13
Boja/Color	(Pt Co skala)	/	740,0	857,0	699,0	781,0	802,0
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	25,2	35,0	41,0	24,3	27,8
Sulfat/Sulphates	mg/L	200	31	25	30	80	35
Sulfid/Sulfides	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Fluorid/Fluorides	mg/L	250	801,2	800,5	1007,3	1508,5	821,8
Fenol/Phenols	mg/L	0,1	1,9	1,5	3,5	3,2	4,8
Cijanid/Cyanides	mg/L	0,5	0,04	0,03	0,09	0,10	0,14
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	2,0	1,315	2,790	5,880	3,250	1,700
Orthofosfor/Orthophosphates	mgP/L	/	0,035	0,015	0,190	0,110	0,240
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	20	0,25	0,10	0,14	0,11	0,09
Željezo/iron-Fe	mg/L	2	3,84	3,84	3,33	2,79	2,34
Barij/Barium-B	mg/L	1	10,20	11,90	11,30	12,10	11,70
Alkalna tvari/Alkal/ Toxicity	%	≥50 %	-	-	-	-	-
Bakar/Cu	mg/L	0,5	0,0267	-	-	-	-
Kadmijum/Cd	mg/L	0,1	0,0151	-	-	-	-
Hrom/Ch	mg/L	0,5	0,1089	-	-	-	-
Nikl/Ni	mg/L	0,5	0,0511	-	-	-	-
Olovo/Pb	mg/L	0,5	0,1284	-	-	-	-
Cink/Zn	mg/L	2	0,027	-	-	-	-

Tabela . Fiziko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u površinske vode-Ispust Plitka drenaža
 Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into surface waters

Parametri/Parameters	Jedinica mjerenja/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u površinske vode/Limit value for release into surface waters limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018
Količina padavina/Quantity of precipitation * (suma mje padavine u toku dana)	l/m ²	/	4,7	0,3	5,3	0,5	9,6
Protok/Flow	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	21,9	26,3	23,8	27,7	28,4
Protok/Flow	m ³ /dan	/	91,4	109,0	91,0	90,8	116,0
pH vrijednost/pH value	/	6,5-9,0	8,58	8,44	8,67	8,57	8,36
Električna vodljivost/Conductivity	µS/cm	/	14590	18180	14810	17180	17310
Ukupno rastvorljive tvari/Total dissolved solids	mg/L	/	8150	13220	9120	10130	14930
Rastvorljivi kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	4,38	1,91	4,50	3,76	1,33
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	125	3320	3660	1980	1090	1980
Bioloska potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	25	94,0	90,0	80,0	89,0	225,0
Amonijak/Amonia	mg N/L	10	535,0	603,0	944,2	853,0	899,0
Nitrat/Nitrates	mg N/L	10	27,3	34,1	74,1	80,5	59,7
Organik azot/Organic nitrogen	mg N/L	/	1062,3	387,2	630,7	495,2	240,4
Nitrit/Nitrite	mg N/L	/	0,34	0,09	0,95	1,25	0,86
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mg N/L	15	1625,0	1025,0	1650,0	1430,0	1200,0
Taložive materije/Settleable solids	mg/L	2,5	0,41	0,13	0,12	0,15	0,18
Ukupne suspendovane materije/Total suspended matter	mg/L	35	85	109	56	60	34
Boja/Color	(Pt-Co skala)	/	11352	12007	10349	11767	7742
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	56,2	55,2	54,6	60,2	61,4
Sulfat/Sulfates	mg/L	200	175	198	180	285	200
Sulfid/Sulfides	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hlorid/Chlorides	mg/L	250	1737,2	2339,9	1985,4	2091,7	2127,2
Fenol/Fenols	mg/L	0,1	6,9	6,5	5,4	6,3	9,5
Cijanid/Cyanides	mg/L	0,5	0,31	0,45	0,24	0,64	0,37
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	2,0	9,620	15,120	15,225	17,00	20,620
Orthofosfat/Orthophosphates	mgP/L	/	0,172	0,700	0,850	1,230	0,230
Magnezij/Magnesium	mg/L	20	0,51	0,36	0,25	0,18	0,48
Željezo/Iron-Fe	mg/L	2	2,13	1,98	2,34	3,04	5,36
Barij/Barium-B	mg/l	1	18,70	20,50	16,90	22,30	18,40
Akutna toksičnost/Toxicity	%	±20 %	-	-	-	-	-
Bakari/Cu	mg/L	0,5	0,048	-	-	-	-
Kadmijam/Cd	mg/L	0,1	0,0261	-	-	-	-
Hrom/Cr	mg/L	0,5	0,341	-	-	-	-
Nikl/Ni	mg/L	0,5	0,1516	-	-	-	-
Olovo/Pb	mg/L	0,5	0,2308	-	-	-	-
Cink/Zn	mg/L	2	0,1866	-	-	-	-

Tabela. Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizacioni sistem-Ukupni (mješani) ispušt/izlaz Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into the sewage											
Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem/ Limit value for release into canalization system-Limit	3.8.2018	7.8.2018	10.8.2018	14.8.2018	17.8.2018	22.8.2018	24.8.2018	28.8.2018	31.8.2018
Količina padavina/Rainfall* (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	3,0	0,0	0,0	24,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Protok/Flow *	m ³ /dan	/	225,0	260,8	231,3	292,4	214,6	247,9	250,7	262,1	261,1
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	26,3	25,5	25,9	25,3	27,1	23,3	26,4	25,2	25,9
Protok/Flow	m ³ /dan	/	230,4	272,4	222,1	308,1	221,5	244,4	258,3	259,7	260,2
pH/pH	/	6,5-9,5	7,98	8,36	8,38	8,45	8,28	8,50	8,43	8,39	8,41
Elektroprovodljivost/Conductivity	µS/cm	/	9180	9980	10130	14100	13620	12875	9870	10470	11825
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	6150	6160	5945	6410	5890	7850	7120	6280	7240
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	5,14	4,21	5,11	2,19	2,57	1,99	1,81	2,65	3,20
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	700	1560	2540	2550	2630	2990	3240	3300	2710	2740
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	250	170,3	293,5	238,5	265	280,5	332,1	298	270,8	304,4
Amonijak/Ammonia	mgN/L	40	854,0	790,8	793,2	810,6	450,7	488,5	511,5	649,2	771,7
Nitrati/Nitrates	mgN/L	50	25,7	19,8	27,9	24,7	31,2	33,7	22,1	36,6	34,1
Organski azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	239,6	98,9	357,9	188,0	327,1	286,7	295,3	232,8	142,8
Nitriti/Nitrite	mgN/L	/	0,71	0,52	1,05	0,87	0,98	1,14	1,07	1,36	1,42
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	100	1120	910	1180	1025	810	815	830	920	950
Taložive materije/Settleable solids	ml/L	10	0,11	0,12	0,14	0,08	0,13	0,11	0,14	0,10	0,12
Ukupne suspendivane materije/Total suspended matter	mg/L	400	15	13	33	23	37	54	48	14	26
Boja/Color	(Pt Co skale)	/	5285,0	5831,8	4980,0	5368,2	4123,5	5123,8	4845,1	5143,7	5614,0
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	46,4	49,6	39,5	44,6	37,6	41,6	52,8	56,1	65,2
Sulfati/Sulphates	mg/L	300	70	115	100	275	105	340	255	195	225
Sulfidi/Sulfides	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/Chlorides	mg/L	250	921,77	1240,85	1205,40	1630,84	1205,40	1559,93	1205,40	1554,60	1310,40
Fenoli/Phenols	mg/L	10,0	7,6	6,5	7,3	8,1	10,4	11,8	12,3	10,9	11,5
Cijanidi/Cyanides	mg/L	10,0	0,1	0,13	0,18	0,21	0,25	0,19	0,16	0,11	0,19
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	5,0	6,25	8,37	12,25	14,0	17,24	10,51	5,15	3,11	8,62
Ortofosfati/Orthophosphates	mgP/L	/	0,08	0,10	0,14	0,11	0,15	0,13	0,18	0,17	0,12
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	100	0,16	0,11	0,19	0,29	0,12	0,15	0,13	0,19	0,17
Željezo/Iron-Fe	mg/L	2	2,56	2,88	3,38	3,78	3,23	3,99	3,83	3,96	5,06
Bor/Boron-B	mg/l	10	17,3	19,6	17,7	15,6	14,3	19,3	18,7	17,4	18,2
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>50						7,1			
Napomena * podaci preuzeti sa hidrometeorološke stanice/The data is taken from hydrometeorological station											

Tabela . Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u površinske vode-Ispust Duboka drenaža
 Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into surface waters

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u površinske vode/limit value for release into surface water-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018
Količina padavina/Precipitation (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4,70	0,40	5,30	0,00	9,60
Protok/Flow	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	19,2	22,5	19,0	20,0	22,0
Protok/Flow	m ³ /dan	/	3,1	3,3	3,6	2,9	2,5
atm/cm	/	5,5-9,0	5,56	8,36	8,27	8,29	8,27
Elektrikalnost/Conductivity	uS/cm	/	6290	5510	4970	5100	5380
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	2770	3001	2880	3120	3080
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	7,88	6,48	7,27	5,85	3,84
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	125	490	650	260	590	170
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	25	33,0	30,0	45,0	41,0	137,0
Amonijak/Ammonia	mgNH ₄ /L	10	147	132	440	320	325
Nitrat/Nitrates	mgNH ₄ /L	10	2,1	4,2	3,8	5,7	3,2
Organik azot/Organic nitrogen	mgNH ₄ /L	/	217,7	313,5	255,8	287,1	56,3
Nitrit/Nitrite	mgNH ₄ /L	/	0,12	0,21	0,32	0,19	0,17
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgNH ₄ /L	15	367,1	450,0	700,0	613,0	381,3
Taložive materije/Settleable solids	mg/L	0,5	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ukupne suspenzovane materije/Total suspended matter	mg/L	35	9	21	14	19	30
Bor/Boron	(P) Co (skala)	/	363,0	345,0	378,0	303,0	310,0
Magnezij/Magnesium	RTU	/	7,-	12,6	8,-	6,7	6,0
Sulfat/Sulfates	mg/L	200	24	35	35	65	43
Sulfid/Sulfides	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hlorid/Chlorides	mg/L	250	829,6	865,1	1003,6	992,7	992,7
Fenol/Phenols	mg/L	0,1	1,2	1,3	2,5	2,9	3,6
Cijanid/Cyanides	mg/L	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	2,0	1,13	0,75	0,63	0,75	2,59
Ortofosfat/Orthophosphates	mgP/L	/	0,125	0,094	0,113	0,141	0,052
Magnezij/Magnesium	mg/L	20	0,11	0,08	0,11	0,13	0,06
Željezo/Iron-Fe	mg/L	2	0,66	0,56	0,87	1,02	0,55
Barij/Barium-B	mg/L	1	0,75	1,43	1,12	0,98	1,64
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>30 %	-	-	-	-	-
Bakar/Cu	mg/L	0,5	0,0382	-	-	-	-
Kadmij/Cd	mg/L	0,1	0,0229	-	-	-	-
Hrom/Ch	mg/L	0,5	0,1022	-	-	-	-
Nikl/Ni	mg/L	0,5	0,0024	-	-	-	-
Olovo/Pb	mg/L	0,5	0,0507	-	-	-	-
Cink/Zn	mg/L	2	0,0233	-	-	-	-

Tabela Fizičko-hemijsko ispitivanje pročišćene vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u površinske vode-Ispust Effluent
 Table Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for release into surface waters

Parametri/Parameters	Jediniца mjere/unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u površinske vode/ Limit value for release into surface water-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018
Količina padavina/ <i>Amount of precipitation</i>	L/m ²	/	4,7	0,4	5,3	0,0	9,6
Protok/ <i>Flow</i>	m ³ /dan	/	188,0	207,0	167,0	173,0	215,0
Temperatura vode/ <i>Water temperature</i>	°C	30	21,2	25,3	22,2	24,7	23,3
Protok/ <i>Flow</i>	m ³ /dan	/	253,1	212,4	182,8	155,1	221,5
pH/pH	/	5,5-9,0	8,47	8,33	8,46	8,39	8,28
Elektroprovodljivost/ <i>Conductivity</i>	µS/cm	/	11.500	12.210	10.900	11.870	13.130
Ukupne rastvorljive čestice/ <i>Total dissolved solids</i>	mg/L	/	6370	7100	6875	7320	8150
Rastvoreni kiselik/ <i>Dissolved oxygen</i>	mg/L	/	5,24	4,14	5,26	4,31	4,63
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	125	2230	2030	860	1045	730
Bioloka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	25	49	50	60	78	177
Amonijak/ <i>Ammonia</i>	mgN/L	10	440,6	306,0	734,7	665,0	489,6
Nitrat/ <i>Nitrates</i>	mgN/L	10	24,5	30,8	70,4	76,1	54,2
Organicki azot/ <i>Organic nitrogen</i>	mgN/L	/	434,9	336,8	701,9	583,1	572,0
Nitrit/ <i>Nitrite</i>	mgN/L	/	0,82	0,32	0,58	0,75	0,62
Ukupni nitrogen/ <i>Total nitrogen</i>	mgN/L	15	900,0	675,0	1525,0	1325,0	1120,0
Tvrđave materije/ <i>Filterable solids</i>	mg/L	0,5	0,12	0,10	0,15	0,09	0,20
Ukupne suspenzivne materije/ <i>Total suspended matter</i>	mg/L	35	115	73	133	93	70
Boja/ <i>Color</i>	(Pt Co scale)	/	5129,0	5744,2	5570,0	4875,3	4077,8
Mutnoća/ <i>Turbidity</i>	NTU	/	43,8	41,8	38,8	38,4	31,4
Sulfat/ <i>Sulfates</i>	mg/L	200	108	161	90	180	75
Sulfid/ <i>Sulfides</i>	mg/L	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hlorid/ <i>Chlorides</i>	mg/L	250	1734,5	1489,0	1559,3	1453,3	821,3
Fenol/ <i>Phenols</i>	mg/L	0,1	6,3	3,7	4,3	5,1	8,8
Cijanid/ <i>Cyanides</i>	mg/L	0,3	0,09	0,12	0,21	0,14	0,29
Ukupni fosfor/ <i>Total phosphorus</i>	mgP/L	2,0	6,37	7,87	8,75	10,0	22,0
Ortofosfat/ <i>Orthophosphates</i>	mgP/L	/	0,117	0,090	0,090	0,110	0,170
Masti i ulja/ <i>Fats and oils</i>	mg/L	20	0,54	0,18	0,24	0,31	0,11
Zeljezo/ <i>Iron -Fe</i>	mg/L	2	1,12	1,08	1,86	3,12	3,68
Bor/ <i>Boracien-B</i>	mg/L	1	15,85	14,70	15,11	16,13	14,20
Akutna toksičnost/ <i>Toxicity</i>	%	>50 %					
Bakar/ <i>Cu</i>	mg/L	0,5	0,0635	-	-	-	-
Kadmijum/ <i>Cd</i>	mg/L	0,1	0,0125	-	-	-	-
Krom/ <i>Cr</i>	mg/L	0,5	0,1987	-	-	-	-
Nikl/ <i>Ni</i>	mg/L	0,5	0,1406	-	-	-	-
Olovo/ <i>Pb</i>	mg/L	0,3	0,2907	-	-	-	-
Cink/ <i>Zn</i>	mg/L	2	0,0725	-	-	-	-

Prilog H Podaci o količini procjernih voda

2017												2018								
III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
3,976	2,383	5,222	3,251	2,888		2,607	1,702	1,574	4,499	3,419	4,577	4,265	8,892	3,049		2,239	1,369	3,315	3,166	2,655
3,480	2,428	4,669	3,289	3,501		2,776	1,584	1,760	4,177	5,109	4,705	6,338	5,519	3,084		2,173	2,024	3,090	3,441	2,898
2,949	2,398	4,494	3,547	4,505		2,756	1,555	1,998	4,167	5,085	7,229	8,104	4,704	3,303		1,955	2,160	3,165	3,077	2,734
2,686	2,467	4,363	3,426	3,100		2,560	1,627	1,847	3,826	4,760	7,233	7,238	4,861	3,573		2,163	1,939	2,893	2,856	2,568
2,416	2,838	4,431	5,349	3,051		2,609	1,686	1,572	3,464	4,125	5,166	6,782	4,955	3,406		2,402	1,470	2,981	2,737	2,645
2,386	3,568	4,179	3,403	2,911		2,616	1,754	1,761	3,157	3,842	5,073	6,981	5,589	4,367		2,584	1,568	2,734	2,849	2,615
2,409	3,747	4,291	2,462	2,833		2,635	2,320	1,908	2,509	3,680	5,291	8,137	4,874	3,072		3,377	1,673	2,641	3,000	2,586
2,460	3,376	4,319	3,284	2,670		2,755	1,642	2,569	2,847	3,311	5,478	7,443	4,498	2,957		1,819	1,542	2,820	3,000	2,616
2,442	2,829	3,927	2,596	2,684		2,938	1,388	2,241	5,655	3,510	4,925	6,429	4,966	2,935		1,930	2,251	3,003	2,752	2,592
2,401	2,758	3,732	2,242	2,755		2,727	1,224	2,127	4,123	3,667	4,779	6,009	5,257	2,937		1,904	2,603	2,948	2,760	2,493
2,305	2,690	3,684	2,053	2,934		3,013	1,324	1,906	6,726	4,339	4,655	5,694	5,480	3,192		1,874	2,674	3,035	2,713	2,642
2,158	2,632	3,552	2,054	3,121		2,916	1,475	1,972	6,179	4,027	4,459	5,701	5,351	3,244		1,996	2,760	3,111	2,766	2,678
2,161	2,566	4,194	1,646	3,302		2,740	1,750	2,300	6,283	3,833	4,493	5,691	5,206	3,251		2,137	2,788	3,208	2,875	3,186
2,579	2,485	3,511	1,379	3,284		2,609	1,917	2,901	5,694	3,646	4,597	6,103	4,646	3,439		2,073	2,752	3,098	2,964	3,240
2,439	2,468	3,874	1,621	3,208		2,685	1,886	3,287	4,512	3,531	4,424	6,422	4,274	3,674		2,065	2,639	3,331	2,872	3,026
2,032	3,097	4,663	2,180	3,217		2,670	1,724	3,074	6,904	3,569	4,069	5,993	4,415	3,396		2,766	2,748	3,370	1,877	3,175
2,006	2,929	4,019	3,087	3,194		2,681	1,677	3,149	5,037	4,193	4,349	6,630	4,317	3,185		2,467	2,768	3,093	1,195	3,091
2,142	2,961	3,576	3,445	3,139		2,613	1,680	2,950	4,463	4,116	5,968	6,477	4,639	3,256		1,538	2,785	2,994	2,496	3,003
2,348	4,297	3,420	3,251	3,116		2,599	1,712	3,055	4,492	4,177	6,189	8,316	4,008	3,345		2,168	2,717	2,875	2,921	3,028
	4,070	3,534	2,694	3,362		3,390	1,751	1,982	4,512	4,587	5,826	7,343	3,760	3,503		2,517	2,544	2,967	3,025	3,415
	3,997	4,240	3,071	3,120		2,706	1,730	1,846	4,014	5,387	5,605	6,745	3,539	3,648		2,554	2,672	3,117	3,228	2,613
	5,616	3,557	2,635	2,950		7,008	1,932	2,132	3,833	5,330	5,607	6,668	3,626	3,269		2,483	2,564	3,110	3,198	2,478
	6,418	3,787	2,526	2,886		6,725	2,190	2,063	3,903	4,601	5,710	6,881	3,305	2,991		4,741	2,502	3,170	3,210	2,288
	5,470	3,627	2,840	2,993		6,610	2,748	2,067	3,843	4,086	5,750	7,168	3,198	2,840		2,882	2,560	3,289	3,231	2,416
	4,437	4,627	2,639	3,212		2,308	2,872	2,031	3,737	4,076	5,338	7,665	3,107	2,859		3,007	2,584	2,867	3,209	2,443
	4,114	4,575	2,590	3,263		1,559	1,936	2,420	3,680	3,965	5,316	8,693	3,091	2,902		3,064	2,615	2,814	3,208	2,752
	4,071	4,046	2,720	3,100		1,307	1,780	2,966	3,751	3,644	5,101	8,769	3,015	2,880		3,295	2,635	2,841	3,422	2,524
	4,132	3,706	2,901	3,082		1,414	1,829	2,791	3,660	3,552	4,558	7,802	3,088	3,292		3,215	2,522	3,120	3,620	2,760
	6,615	3,537	2,952	3,136		1,620	1,844	3,081	3,388	3,848		6,774	3,036	3,123		2,996	2,390	3,272	3,357	
	6,303	3,436	2,763	3,010		1,442	1,784	5,111	3,309	4,129		5,802	3,010	3,104		3,020	2,348	3,219	3,655	
		3,284		1,997			1,653		3,361	4,147		7,509		3,018		2,891	2,401		2,825	
2,006	2,383	3,284	1,379	1,997		1,307	1,224	1,572	2,509	3,311	4,069	4,265	3,010	2,840		1,538	1,369	2,641	1,195	2,288
2,514	3,672	4,002	2,797	3,081		2,920	1,796	2,415	4,313	4,106	5,231	6,857	4,408	3,229		2,526	2,373	3,050	2,952	2,756
976	6,615	5,222	5,349	4,505		7,008	2,872	5,111	6,904	5,387	7,233	8,769	8,892	4,367		4,741	2,788	3,370	3,655	3,415

JUNI 2019.
SVJETSKA BANKA

UNAPREĐENJE **SEDAM** **DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U** BOSNII HERCEGOVINI

IDEJNO RJEŠENJE – ZADATAK 3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA
REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG
VIJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH
VODA, SARAJEVO

JUNI 2019.
SVJETSKA BANKA

UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI

IDEJNO RJEŠENJE – ZADATAK3 – SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA
REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG
VIJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH
VODA, SARAJEVO

BR. PROJEKTA	BR. DOKUMENTA
A110036	005.3-ENG

VERZIJA	DATUM OBJAVLJIVANJA	OPIS	PRIPREMIO/LA	PROVJERIO/LA	ODOBRIO/LA
3.0	juni 2019	Idejno rješenje - Zadatak 3	Carsten Skov/ Željko Lozančić/	ANMO	ANMO

SADRŽAJ

1	Uvod	7
2	Aktivnosti planirane za buduće upravljanje čvrstim otpadom u Regionalnom centru za upravljanje otpadom Smiljevići	8
3	Zatvaranje dijela deponije	10
3.1	Područje planirano za postavljanje gornjeg brtvenog sloja	11
3.1.1	Lokacija i veličina	11
3.1.2	Količine i starost otpada	12
3.1.3	Upravljanje plinom	13
3.1.4	Upravljanje procjednim vodama	13
3.1.5	Privremena prekrivka	13
3.2	Gornji brtveni sistem	13
3.2.1	Komponente gornjeg brtvenog sistema	13
3.2.2	Predloženi sistemi za zatvaranje	14
3.2.3	Stabilnost gornjeg brtvenog sloja	16
3.2.4	Slijeganje	16
3.3	Građevinski radovi i aktivnosti	16
3.4	Upravljanje procjednim vodama	18
3.5	Upravljanje plinom	23
3.5.1	Opcije za kontrolu deponijskog plina	23
3.5.2	Korištenje deponijskog plina	23
3.5.3	Moguće spaljivanje deponijskog plina	24
3.5.4	Moguća primjena deponijskog plina u proizvodnji električne energije	24
3.5.5	Predloženo upravljanje plinom	24
3.6	Upravljanje površinskim vodama	25
4	Razvoj aktivne plohe deponije	26
4.1	Procjena količine otpada za odlaganje	26
4.2	Procijenjeni životni vijek plohe deponije	27

4.3	Rukovanje deponijskim plinom na deponiji	28
4.3.1	Opcije za kontrolu deponijskog plina	28
4.3.2	Procjena proizvodnje plina	29
4.3.3	Rukovanje proizvedenim deponijskim plinom	30
4.3.4	Moguće korištenje deponijskog plina za proizvodnju električne energije	31
4.3.5	Moguće spaljivanje deponijskog plina	31
4.4	Rukovanje procjednim vodama na deponiji	31
4.4.1	Opcije kontrole ispuštanja procjednih voda	31
4.4.2	Procjena proizvodnje procjednih voda	32
4.5	Građevinski radovi i objekti na deponiji	34
4.5.1	Donji brtveni sloj za izgradnju sanitarne deponije	35
4.5.2	Sakupljanje i odvodnja površinskih voda	36
4.5.3	Sakupljanje i tretman procjednih voda odlagališta	36
4.5.4	Sakupljanje i tretman deponijskog plina	39
4.6	Pomoćni objekti i infrastruktura	39
4.7	Završna situacija deponije	39
5	Operativni aspekti i aspekti održavanja	41
5.1	Operativni aspekti i aspekti održavanja aktivne deponije	41
5.1.1	Upravljanje radovima na deponiji	41
5.1.2	Upravljanje procjednim vodama	42
5.1.3	Upravljanje deponijskim plinom	43
5.1.4	Upravljanje oborinskim vodama	43
5.1.5	Revegetacija lokacije i dugoročno upravljanje	44
5.2	Operativni aspekti i aspekti održavanja za dio deponije sa gornjim brtvenim slojem	44
5.2.1	Praćenje stanja na deponiji	44
5.2.2	Održavanje deponije	45
5.2.3	Korištenje deponije	46
6	Procjena troškova	47
6.1	Procjena troškova za zatvaranje dijela deponije	47
6.2	Procjena troškova za razvoj izgradnje aktivne deponije	49
6.3	Preliminarna procjena operativnih troškova i troškova održavanja	50
7	Zaključak i preporuke	52

PRILOZI

Prilog A	Tehnička specifikacija za građevinske radove	55
Prilog B	Procjena proizvodnje plina	56
Prilog C	Crteži	62
Prilog D	Sheme i blok dijagrami procjednih voda	63
Prilog E	Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode	64

1 Uvod

Ovo **idejno rješenje** izradio je COWI A/S zajedno sa Saraj Inženjering d.o.o. u okviru zadatka „Unapređenje sedam deponija čvrstog otpada u BiH- Preliminarna studija izvodljivosti, idejno rješenje i preliminarna analiza uticaja na okolinu i društvo“ (u daljem tekstu: ugovor o konsultantskim uslugama) koji se realizuje u ime Svjetske banke.

Idejno rješenje je izrađeno u skladu sa zahtjevima Opisa projektnog zadatka (ToR).

Idejno rješenje se temelji na nalazima i preporukama „Preliminarne studije izvodljivosti – Zadatak 3 – Smanjenje nastanka procjednih voda na deponiji Smiljevići, analiza životnog vijeka i procjena postepenog zatvaranja u svrhu minimizacije procjednih voda, Sarajevo, mart 2019.godine“.

Prijedlozi i preporuke sadržani u ovom izvještaju formulisani su na osnovu dostupnih informacija o lokaciji i ranije provedenim studijama i istraživanjima te na osnovu konsultantove (COWI A/S i Saraj Inženjering d.o.o.) procjene, iskustva i poznavanja situacije u BiH. Nalazi i preporuke preliminarne studije izvodljivosti, idejnog projekta i preliminarne analize uticaja na okolinu i društvo (PESA) predstavljeni u ovom izvještaju detaljnije će se razrađivati prema potrebi u okviru tehničkih istraživanja i u fazi izrade projekta, te će konačni tehnički pristupi i preporuke biti obuhvaćeni kompletnom procjenom uticaja na okolinu i društvo (ESIA).

Nalazi, tumačenja i zaključci predstavljeni u ovom izvještaju pripadaju autorima izvještaja i ne odražavaju nužno stavove Odbora izvršnih direktora Svjetske banke ili vlada koje predstavljaju.

2 Aktivnosti planirane za buduće upravljanje čvrstim otpadom u Regionalnom centru za upravljanje otpadom Smiljevići

Regionalni centar za upravljanje otpadom Smiljevići je najveći objekat ovog tipa u Bosni i Hercegovini (BiH), sa godišnjim zbrinjavanjem oko 160.000 tona otpada (u 2017. godini). Otpad se odlaže na lokalitetu od 1962. godine i do 1997. godine je korišten kao odlagalište. Od 1997. godine uvedene su operativne i tehničke mjere, tako da je 2001. godine izgrađena ploha sa donjim brtvenim slojem za sanitarno odlaganje komunalnog otpada, sa više pregrada i sistemom prikupljanja procjednih voda na lokaciji. To su bili početni naponi da se tim područjem upravlja na sanitarni način. Razvijeni su i sistemi za sakupljanje i upotrebu plina, kao i postrojenje za tretman procjednih voda.

Sadašnja situacija na deponiji Smiljevići je takva da deponija ne zadovoljava sve tehničke zahtjeve potrebne za ograničavanje negativnog uticaja lokacije na okoliš. Upravljanje procjednim vodama je jedno od glavnih problema na lokalitetu, pri čemu je postrojenje za tretman procjednih voda trenutno van funkcije, tako da postoji značajan uticaj procjednih voda na nizvodne prijemne vode (potok Lepenica).

U cilju poboljšanja upravljanja i budućeg rada deponije, u okviru ovog projekta razmatraju se dva pitanja, prema ToR:

- › Zatvaranje dijela postojeće deponije
- › Dalja izgradnja i rad aktivne sanitarne plohe

Jedno od glavnih problema na Regionalnom centru za upravljanje otpadom Smiljevići je velika količina nastalih procjednih voda (prosječno ispuštanje procjednih voda mjereno na lokalitetu u razdoblju od marta 2017. godine do septembra 2018. godine iznosi 3,42 l/s). Razlog za nastanak procjednih voda je veliki otvoreni prostor deponije i površine prekrivene privremenom prekrivkom od oko 0,5 m debelog sloja tla/inertnog materijala na kojem raste trava i niska vegetacija. Prvi korak u poboljšanju upravljanja procjednom vodom bi bio minimiziranje nastanka procjednih voda. Da bi se to postiglo, razmatrani dio deponije treba zatvoriti završnom prekrivkom. Zatvaranje deponije podrazumijeva da se vodonepropusni ili polupropusni gornji sloj koristi za brtvljenje tijela deponije, čime se smanjuje prodor zraka i prodiranje tekućine u tijelo deponije. Osim minimiziranja nastanka procjednih voda, primjenom odgovarajućeg gornjeg sloja, ostvariti će se i drugi pozitivni uticaji, uključujući: poboljšani pejzaž, smanjene emisije deponijskog plina, onemogućen pristup otpadu za skupljače otpada, smanjenje

neugodnih mirisa, poboljšana stabilnost lokacije (nagib ne strmiji od 1:3) poboljšanje/izgradnja kanala površinskih voda itd.

Odlaganje otpada na aktivnoj deponiji se planira nastaviti prema gore (prema jugu) do visine postojećeg platoa na kojem se nalaze administrativni i drugi objekti. Ovo područje se već koristilo za odlaganje otpada u prošlosti. Stari otpad je pokriven privremenom prekrivkom od približno 0,5 metara inertnog materijala/tla i vegetacije. Ova okolnost će uticati na predloženi sistem donjeg brtvenog sloja. Također, preporučeni nagibi ne bi trebali biti strmiji od 1:3 zbog stabilnosti i mogućeg rizika od erozije na nagibima strmijim od navedenog. Stoga će sva predložena rješenja biti sa primijenjenim nagibima koji nisu strmiji od 1:3 (odnosno 33%). Daljnji razvoj aktivne plohe će omogućiti zapreminu za odlaganje otpada od oko 1.400.000 m³ sa predviđenim životnim vijekom od dodatnih 7 godina (otprilike do 2026. godine).

3 Zatvaranje dijela deponije

Jedna od aktivnosti koja bi se trebala obaviti na deponiji Smiljevići je postavljanje gornjeg brtvenog sloja na starijem dijelu deponije koji je dostigao predviđene visine i više se neće koristiti za odlaganje otpada. Postavljanjem gornjeg brtvenog sloja na dijelu deponije će se postići sljedeći ciljevi:

- › Minimizirati prodiranje vode u deponiju, čime se smanjuje količina nastalih procjednih voda;
- › Minimizirati migracije plina iz deponije i usmjeriti ga prema objektima za prikupljanje i iskorištenje plina, ako je potrebno;
- › Kontrolisati neugodne mirise nastale na deponiji; i,
- › Spriječiti pristup čvrstom otpadu divljim životinjama.

Gornji brtveni sistem obično uključuje brojne komponente koje su odabrane da bi se ispunili gore navedeni ciljevi. Osnovna funkcija gornjeg brtvenog sistema je da se minimizira prodiranje vode u otpad i time smanji količina nastalih procjednih voda.

Gornji brtveni sloj će prekriti dio deponije i preusmjeriti površinsku vodu od deponije. Pored gornjeg brtvenog sloja, mora se razmotriti i plan odvodnje površinskih voda. Plan odvodnje površinskih voda će biti odvojen od sistema prikupljanja procjednih voda kako bi se smanjio nastanak procjednih voda. Prilikom zatvaranja, površinski jarci će usmjeriti vodu iz tijela deponije, a prikupljene površinske vode će se konačno ispustiti u Lepenički ili Žićki potok.

Razmatraju se dva tipa završne prekrivke, vodonepropusna i polupropusna završna prekrivka koja se sastoji od sljedećih slojeva:

- › Gornji sloj tla– oko 0,2 m debeo gornji sloj tla za podsticanje rasta vegetacije;
- › Zaštitni sloj – oko 0,8 m debeo sloj slabo propusnog tla koji djeluje kao zaštitni sloj protiv erozije, pukotina, neugodnih mirisa i drugih uticaja;
- › Drenažni sloj – oko 0,20 m debeo sloj krupnog pijeska i šljunka za podsticanje odvodnje prema granicama deponije - opcionalno za završne vodonepropusne prekrivke; Nepropusni sloj–

vodonepropusni sintetički sloj - geomembrana -koji sprečava prodiranje vode u deponiju; - opcionalno za završne vodonepropusne prekrivke¹;

- › Sloj za procjedne vode i drenažu plina - oko 0,2 m deo sloj krupnog šljunka za izravnavanje površine deponije, osiguranje stabilnosti, procjeđivanje vode i odvodnju plina.

Razmatrane su ukupno četiri opcije zatvaranja dijela deponije na kojem se neće vršiti daljnje odlaganje otpada. Tri opcije su razmatrane u preliminarnoj studiji izvodljivosti, a četvrta opcija je dodana u Idejnom rješenju na zahtjev Korisnika.

Opcija 1

Opcija 1 razmatra prekrivanje područja 1 i 2 (ukupno 7,3 ha) vodonepropusnim slojem i područja 3 (4,3 ha) polupropusnim slojem.

Opcija 2

Opcija 2 predviđa prekrivanje područja 1 (4,4 ha) vodonepropusnim slojem, a područja 2 i 3 (ukupno 7,3 ha) polupropusnim slojem.

Opcija 3

Opcija 3 predviđa prekrivanje područja 1, područja 2 i područja 3 (ukupno 11,7 ha) vodonepropusnim gornjim slojem.

Opcija 4

Opcija 4 razmatra prekrivanje područja 1, 2 i 3 polupropusnim gornjim slojem.

Idejno rješenje i preliminarna procjena troškova se rade za sistem zatvaranja za dio deponije na kojem nije predviđeno daljnje odlaganje otpada. Različite opcije za postavljanje gornjeg brtvenog sloja na dijelu deponije razmatrane su u Izvještaju o studiji izvodljivosti, a u odjeljku 3.2 ove opcije su ukratko opisane. Idejno rješenje se zasniva na ažurnim geodetskim podlogama i uzima u obzir standarde i zahtjeve propisane Direktivom EU o odlagalištima otpada, kao i lokalnim zakonima.

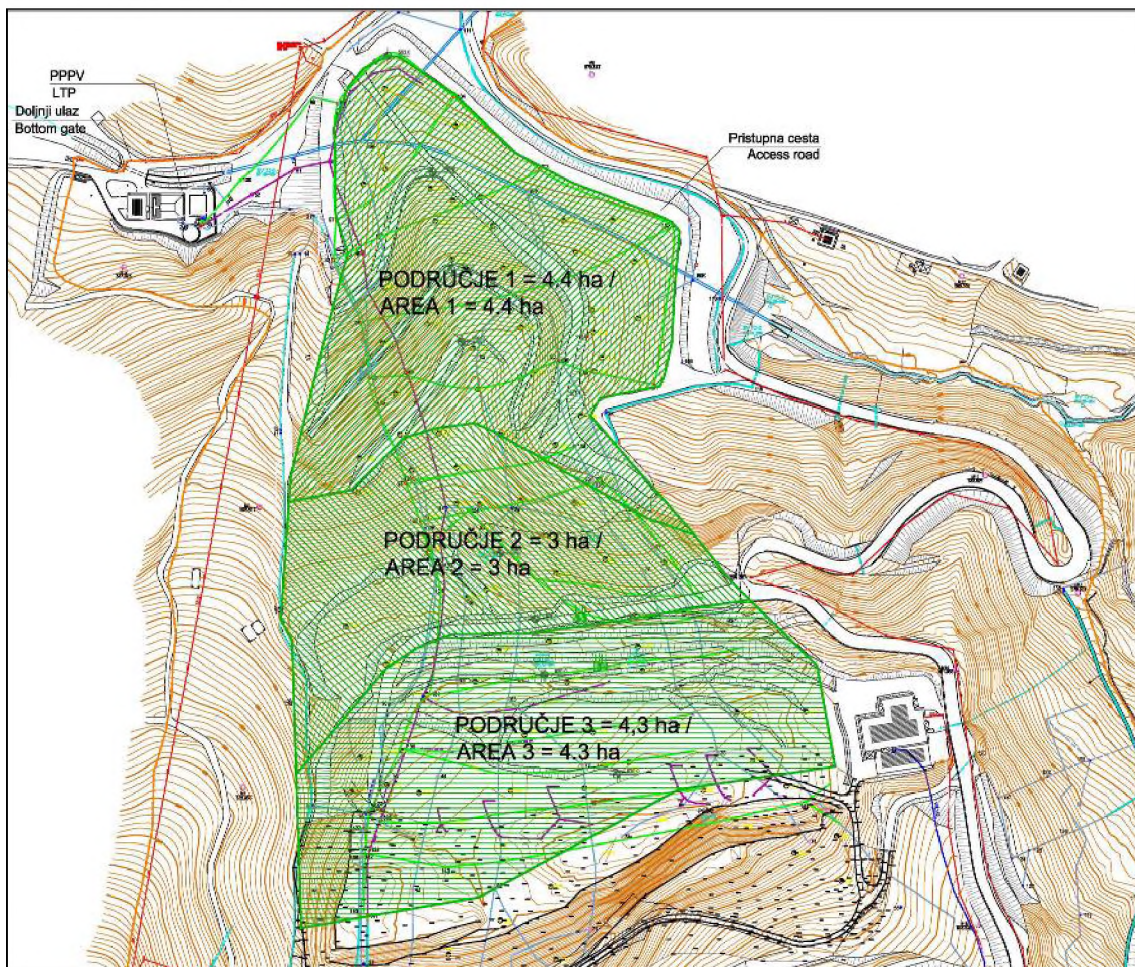
3.1 Područje planirano za postavljanje gornjeg brtvenog sloja

3.1.1 Lokacija i veličina

Dio deponije planiran za postavljanje gornjeg brtvenog sloja je donji (prema sjeveru) i središnji dio deponije. Odlaganje otpada počelo je u najnižoj tački (sjever) i napredovalo prema gore (prema jugu).

¹ Kao opcija za vodonepropusnu prekrivku može se u sklopu Glavnog projekta razmotriti ugradnja dodatnog glinenog geosintetičkog sloja – 5-7 mm (bentonit) ukoliko je stabilnost prekrivke upitna. Ovo bi iziskivalo dodatne troškove od cca 20 KM/m²

Slika 1 Područje deponije planirano za zatvaranje



Ukupno područje koje se razmatra za postavljanje gornjeg brtvenog sloja je oko 11,7 ha.

Kao što je prikazano u izvještaju studije o izvodljivosti, razmatrane su tri opcije za konačno zatvaranje područja. Prva opcija je da se područja 1 i 2 (vidi sliku 1) zatvore vodonepropusnom prekrivkom, a područje 3 polupropusnom. Druga opcija je da se područje 1 zatvori vodonepropusnom prekrivkom, a područja 2 i 3 polupropusnom. Treća opcija je da se cijelo područje (područja 1, 2 i 3) koje se razmatra za zatvaranje prekrije vodonepropusnom prekrivkom.

3.1.2 Količine i starost otpada

Prekrivanje starog otpada sa kompozitnim vodonepropusnim slojevima i time otvaranje nove plohe za odlaganje odvija se od 2005. godine sa ukupnom površinom od oko 15 ha sa donjim brtvenim slojem pripremljenim za sanitarno odlaganje otpada. Područje predviđeno za postavljanje gornjeg brtvenog sloja je oko 11,7 ha od gore navedenih 15 ha.

Donji dio deponije sadrži stariji (više od 15 godina) otpad gdje je većina biološkog razlaganja već završena. Središnji dio sadrži noviji (oko 5 do 10 godina star) otpad koji je još uvijek biološki aktivan.

Proračuni napravljeni korištenjem razlika u visinama terena iz geodetskih podloga u 2005. i 2016. godini ukazuju na to da je zapremina odloženog otpada u ovom periodu oko 2.270.000 m³. Debljina otpada u ovom području varira od 0 metara na dnu do više od 30 metara na aktivnom dijelu gdje se trenutno vrši odlaganje otpada. Prosječna debljina otpada na površini planiranoj za postavljanje gornjeg brtvenog sloja je oko 20 metara.

3.1.3 Upravljanje plinom

Što se tiče upravljanja plinom iz ovog dijela deponije, konstruisani su vertikalni bunari za prikupljanje i korištenje plina. Bunari za otplinjavanje su izgrađeni od metalnih soni (Ø800 mm x 4000 mm) unutar kojih su ugrađene perforirane PEHD drenažne cijevi promjera Ø110 mm sa drenažnim slojem od granuliranog materijala (32-64 mm).

Trenutno se vrši sakupljanje i spaljivanje plina iz razmatranog dijela deponije, a postoji i mogućnost korištenja sakupljenog plina za proizvodnju električne energije kada se dobiju sve potrebne dozvole za korištenje postojećeg postrojenja za proizvodnju električne energije.

3.1.4 Upravljanje procjednim vodama

Procjedne vode iz područja koje je planirano za postavljanje gornjeg brtvenog sloja sakupljaju se Plitkom drenažnom koja je postavljena na donjem brtvenom sloju. Sakupljena procjedna voda se transportuje prema postrojenju za tretman procjednih voda. Pošto postrojenje za tretman procjednih voda privremeno nije u funkciji, procjedna voda se ispušta u potok Lepenica bez ikakvog tretmana. Ne postoji mogućnost odvojenog mjerenja količine procjednih voda koje se stvaraju na ovom dijelu deponije, a vrijednost koja je procijenjena modelom iznosi 0,9 l/s.

3.1.5 Privremena prekrivka

Dio deponije koji se razmatra za završno zatvaranje trenutno je prekriven privremenom prekrivkom od 0,5 m sloja inertnog materijala / tla. Veći dio područja je prekriven vegetacijom.

3.2 Gornji brtveni sistem

3.2.1 Komponente gornjeg brtvenog sistema

Komponente gornjeg brtvenog sistema su sljedeće:

- › Gornji sloj tla
- › Zaštitni sloj
- › Drenažni sloj
- › Nepropusni sloj
- › Drenažni sloj za procjedne vode i deponijski plin

Primarna funkcija gornjeg sloja tla je da omogućiti rast vegetacije i ostvari pozitivan pejzažni učinak. Gornji sloj tla treba da bude ujednačen i da ima minimalni nagib od 1:30 da bi se spriječilo zadržavanje i oticanje površinskih voda. Maksimalni preporučeni nagib ne treba biti strmiji od 1:3.

Zaštitni sloj tla pruža potrebnu zaštitu slojeva ispod i sprečava pristup odloženom otpadu. Može zadržati infiltrirane padavine i omogućiti evapotranspiraciju. Preporučuje se da ukupna debljina gornjeg sloja tla i zaštitnog sloja tla bude najmanje 1m.

Drenažni sloj se koristi ispod zaštitnog sloja tla i iznad nepropusnog sloja kako bi se smanjio pritisak vode na nepropusnom sloju, čime se smanjuje procjeđivanje vode kroz gornji brtveni sistem i obezbjeđuje drenaža gornjeg i zaštitnog sloja tla, što povećava kapacitet ovih slojeva u pogledu skladištenja vode i pomaže da se minimizira erozija smanjenjem vremena tokom kojeg materijali površinskog i zaštitnog sloja ostaju zasićeni vodom. Drenažni sloj također smanjuje sporni pritisak u pokrovnim materijalima tla i tako pozitivno utiče na stabilnost prekrivke. Voda koju sakupljaju drenažni slojevi će biti ispuštena u sistem za odvođenje površinske vode. Drenažni sloj se sastoji od granuliranog materijala debljine 0,2 m. Hidraulička provodljivost treba biti jednaka ili veća od 1×10^{-4} m/s. Nagibi za drenažni sloj u gornjem brtvenom sistemu ne bi trebali biti manji od 4%, tj. 1V:25H.

Glavne funkcije vodonepropusnog sloja su kontrola nastanka procjednih voda kroz minimiziranje prodiranja vode i kontrola kretanja deponijskog plina. Nepropusni sloj se obično sastojati od zbijenog mineralnog sloja niske hidrauličke provodljivosti ili sintetičkog sloja kao što je geomembrana ili geosintetička gлина. Minimalna debljina prirodnog zbijenog sloja za nepropusnu prekrivku treba biti 0,6 m sa hidrauličkom provodljivošću od 1×10^{-9} m/s, a tamo gdje se koristi geosintetički materijal on treba osigurati istu zaštitu u smislu vodopropusnosti.

Drenažni sloj za procjedne vode i plin omogućuje dovođenje plina do sabirnih mjesta za prikupljanje i uklanjanje ili njegovo korištenje. Materijali koji se mogu koristiti za sakupljanje plina uključuju pijesak ili šljunak sa filterima od tla ili geotekstilnim filterima, geotekstilne drenažne tkanine i geomrežne odvode sa geotekstilnim filterima. Debljina slojeva za prikupljanje plina od prirodnog materijala obično je između 150 mm i 300 mm.

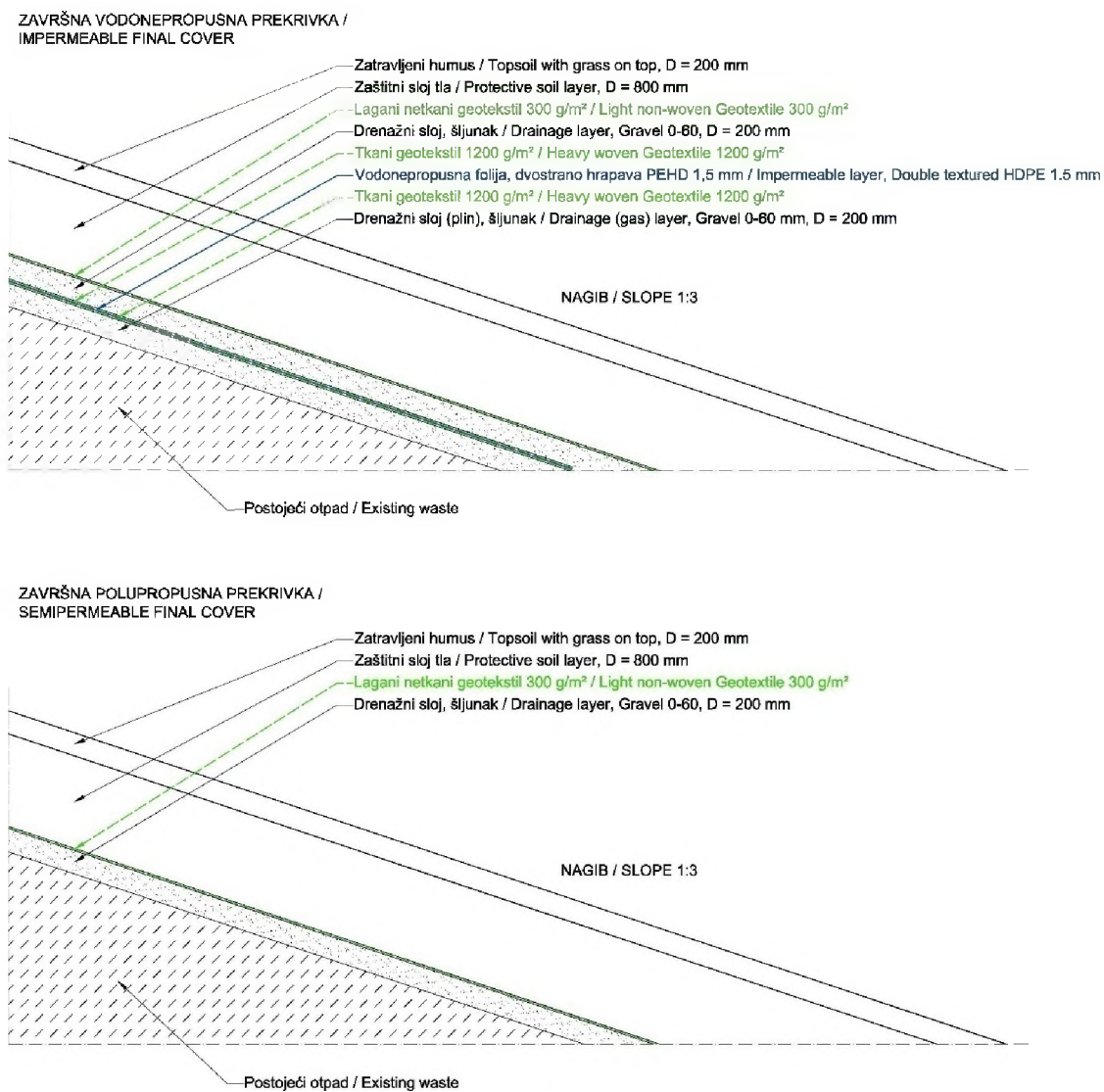
3.2.2 Predloženi sistemi za zatvaranje

Razmatrane su dvije vrste završne prekrivke, vodonepropusna i polupropusna prekrivka koje se sastoje od slojeva kako slijedi:

- › Gornji sloj tla – oko 0,2 m debeo gornji sloj tla za podsticanje rasta vegetacije;
- › Zaštitni sloj – oko 0,8 m debeo sloj slabo propusnog tla koji djeluje kao zaštitni sloj protiv erozije, pukotina, neugodnih mirisa i drugih uticaja;
- › Drenažni sloj – oko 0,20 m debeo sloj krupnog pijeska i šljunka za podsticanje odvodnje prema granicama deponije - opcionalno za završne vodonepropusne prekrivke;
- › Nepropusni sloj – vodonepropusni sintetički sloj - geomembrana - koji sprečava prodiranje vode u deponiju; - opcionalno za završne vodonepropusne prekrivke;
- › Sloj za procjedne vode i drenažu plina - oko 0,2 m debeo sloj krupnog šljunka za izravnavanje površine deponije, osiguranje stabilnosti, procjeđivanje vode i odvodnju plina.

Presjek predloženih vodonepropusne i polupropusne prekrivke prikazan je na slici ispod.

Slika 2 Završna vodonepropusna i polupropusna prekrivka



Razmatrane su ukupno četiri opcije zatvaranja dijela deponije na kojem se neće vršiti daljnje odlaganje otpada. Tri opcije su razmatrane u preliminarnoj studiji izvodljivosti, a četvrta opcija je dodana u Idejnom rješenju na zahtjev Korisnika.

Opcija 1

Opcija 1 razmatra prekrivanje područja 1 i 2 (ukupno 7,3 ha) vodonepropusnim slojem i područja 3 (4,3 ha) polupropusnim slojem.

Opcija 2

Opcija 2 predviđa prekrivanje područja 1 (4,4 ha) vodonepropusnim slojem, a područja 2 i 3 (ukupno 7,3 ha) polupropusnim slojem.

Opcija 3

Opcija 3 predviđa prekrivanje područja 1, područja 2 i područja 3 (ukupno 11,7 ha) vodonepropusnim gornjim slojem.

Opcija 4

Opcija 4 razmatra prekrivanje područja 1, 2 i 3 polupropusnim gornjim slojem.

3.2.3 Stabilnost gornjeg brtvenog sloja

Stabilnost će ovisiti o karakteristikama smicajne čvrstoće tla, otpada i geosintetičkih komponenti koje se koriste u gornjem brtvenom sistemu. Osim toga, prisutnost vode djeluje kao destabilizirajući agens za smanjenje snage i povećanje destabilizirajuće sile.

Analiza stabilnosti gornjeg brtvenog sloja može biti neophodna, posebno u slučaju strmih nagiba i komponenti između kojih je nizak koeficijent trenja (npr. veza između geomembrane i vlažne zbijene gline).

Kako maksimalni nagibi deponije nisu strmiji od 1V:3H u ovoj fazi projektovanja nije provedena dodatna analiza stabilnosti nagiba. Da bi se osigurala i poboljšala stabilnost kosina, predviđena je ugradnja slojeva geotekstila u završni gornji brtveni sloj između slojeva koji mogu imati malo međusobno trenje (geomembrana).

3.2.4 Slijeganje

Slijeganje mase otpada će nastati kao rezultat raspadanja biorazgradivog otpada unutar deponije. Generalno, ukupne vrijednosti slijeganja od 10 do 25% mogu se očekivati za deponije komunalnog otpada. Većina slijeganja se dešava tokom prvih pet godina. Slijeganje se nastavlja, postepeno se smanjuje s vremenom, dok se otpad ne stabilizuje. Step en i stopu slijeganja otpada je teško procijeniti, a oni se mogu dobiti konvencionalnim metodama konsolidacije. Da bi se izbjeglo oštećenje završnog gornjeg brtvenog sistema, potrebno je čekati nekoliko godina prije postavljanja završne prekrivke, posebno ako se očekuje veliko i neujednačeno slijeganje. U međuvremenu se može postaviti privremeni prekrivni sloj prije postavljanja završnog gornjeg brtvenog sloja, a koji treba biti debljine najmanje 0,5 m.

Starost otpada na planiranoj površini za postavljanje gornjeg brtvenog sloja je najmanje 5 godina (najstariji dijelovi oko 15 godina). Očekuje se da su se glavna slijeganja već dogodila. Kao što je predloženo, najveći dio deponije koji se razmatra za postavljanje gornjeg brtvenog sloja pokriven je privremenom prekrivkom. Stoga, slijeganje razmatranih površina ne bi trebalo da predstavlja problem za postavljanje i pravilno funkcionisanje završne prekrivke. Pored toga, zbijanje gornjih slojeva otpada će se vršiti u fazi izvođenja radova na zatvaranju ovog dijela deponije. Geomembrane koje se koriste moraju biti u stanju da izdrže visoke zatezne čvrstoće izazvane diferencijalnim slijeganjem.

Održavanje prekrivnog sloja je potrebno nakon zatvaranja kako bi se umanjio mogući utjecaj ukupnog i diferencijalnog slijeganja.

3.3 Građevinski radovi i aktivnosti

Za zatvaranje i sanaciju dijela postojeće deponije predložene su sljedeće glavne aktivnosti:

- › Početni radovi obuhvataju pripremu gradilišta i uklanjanje vegetacije. Pored deponije je potrebno uspostaviti adekvatan prostor gradilišta, uključujući kancelariju izvođača i prostor za radnike, parking i skladište za mašine i opremu, itd.;
- › Iskopavanje i drugi zemljani radovi. Tamo gdje se nanosi privremeni pokrivač, površinski sloj nekontaminiranog materijala oko 20 cm treba iskopati i odložiti na privremeno odlagalište. Ako je ovaj sloj kontaminiran otpadom, on neće biti iskopan. Materijal iz privremenog odlagališta može se kasnije koristiti za zaštitni sloj ako je prikladan. Tamo gdje su nagibi postojeće deponije strmiji od 1V:3H otpad će se iskopati i prenijeti na dio deponije gdje je nagib manji od 1:3. Cjelokupna površina deponije mora biti oblikovana tako da je najstrmiji nagib 1:3. Ako je moguće, nagib deponije će biti u dionicama s horizontalnim bermama na svakih 10 metara visine. Nakon radova na iskopavanju vrši se izravnavanje i zbijanje površine.
- › Uklanjanje vertikalnih bunara za otplinjavanje. Glave bunara i dijelovi vertikalnih bunara za otplinjavanje iznad površine će biti uklonjeni kako bi se izravnali sa površinom pripremljenom za polaganje završne prekrivke.
- › Konstrukcija završne vodonepropusne ili polupropusne gornje prekrivke. Vodonepropusna gornja prekrivka je projektovana u skladu sa zahtjevima EU direktiva i sastoji se od sljedećih slojeva (odozdo prema gore):
 - › Izravnavajući sloj materijala privremene prekrivke - 30 cm;
 - › Drenažni sloj za procjedne vode i drenažu plina (šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Postavljanje horizontalnih cijevi za drenažu plina PEHD $\Phi 90$. Cijevi postavljati na bermama
 - › Tkani geotekstil 1,200 g/m²;
 - › Dvostrano hrapava PEHD folija ($k=1,0 \times 10^{-9}$ m/s) – 1,5 mm;
 - › Tkani geotekstil 1,200 g/m²;
 - › Sloj za drenažu infiltrirane vode (šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Postavljanje drenažnih PEHD cijevi $\Phi 90$ na dnu nagiba i šahtova za monitoring i održavanje;
 - › Lagani netkani geotekstil 300 g/m²;
 - › Zaštitni sloj (materijal tla $k < 1,0 \times 10^{-6}$ m/s) - 80 cm;
 - › Gornji sloj tla - rekultivacijska prekrivka (tlo) - 20 cm;
 - › Zaštitna prekrivka (trava i grmlje).

Polupropusna gornja prekrivka se sastoji od sljedećih slojeva (odozdo prema gore):

- › Izravnavajući sloj materijala privremene prekrivke - 30 cm;
- › Drenažni sloj za procjedne vode i drenažu plina (šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Postavljanje horizontalnih cijevi za drenažu plina PEHD $\Phi 90$;
- › Lagani netkani geotekstil 300 g/m²;
- › Zaštitni sloj (materijal tla $k < 1,0 \times 10^{-6}$ m/s) - 80 cm;
- › Gornji sloj tla - rekultivacijska prekrivka (tlo) - 20 cm;
- › Zaštitni sloj (trava i grmlje).

- › Izgradnja kanala za površinske vode koji okružuju deponiju i kanala za oticanje sa površine na dnu padina deponije, na bermama;

Za uspješnu ugradnju gornjeg brtvenog sistema, važno je implementirati dobru kontrolu kvaliteta gradnje i program osiguranja kvaliteta tokom izgradnje.

Tehničke specifikacije za zatvaranje deponije se nalaze u Prilog A. Crteži se nalaze u Prilog C.

3.4 Upravljanje procjednim vodama

Prikupljanje procjednih voda sa dijela deponije na koji se planira postaviti gornji brtveni sloj vrši se pomoću drenažnog sistema izgrađenog od drenažnih cijevi promjera $\Phi 315$ mm (Plitka drenaža - P). Plitka drenaža je izgrađena na vrhu donjeg zaštitnog sloja sa ciljem prikupljanja procjednih voda samo iz postojeće deponije. Količina procjednih voda prikupljenih plitkom drenažom uglavnom varira od 1 do 4 l/s, s prosječnom vrijednošću 2-2,5 l/s. Uticaj padavina se uglavnom manifestuje na količinu vode u plitkoj drenaži. To se u određenoj mjeri može objasniti činjenicom da je brzina prodiranja oborina brža kroz slojeve svježe odloženog otpada. Iz dostupnih podataka o padavinama i ispuštanju prikupljenih procjednih voda može se vidjeti da postoji brza reakcija između padavina i količine procjednih voda, gdje se količina povećava 12-24 h nakon padavina. Povećanje količine zavisi od ukupnih padavina kao i od drugih faktora, temperature, zasićenja tla, itd. Analiza bazirana na dostupnim dnevnim podacima o padavinama i količinama procjednih voda za period april 2017 - mart 2018. godine pokazala je da je prosječna količina procjednih voda oko 320 m³/dan. Ukupna količina padavina u ovom periodu iznosila je 687,3 mm. Ako pretpostavimo da su sve padavine (100%) koje su se javile u ovom periodu generirale procjednu vodu (nema gubitaka na površinskom oticanju, evapotranspiraciji i dr.), da bi se prikupila izmjerena količina procjednih voda, slivno područje sa kojeg se prikupljaju padavine trebalo bi biti oko 17 ha i veće je od postojeće ukupne površine aktivne deponije koja je oko 15 ha. Ako se u obzir uzme površinsko oticanje, evapotranspiracija i drugi gubici, slivno područje bi trebalo biti još veće kako bi se prikupile mjerene količine procjednih voda iz plitke drenaže. Čak i ako je ovo gruba i pojednostavljena analiza, ona ukazuje da voda iz okolnih područja deponije prodire u tijelo deponije ili je direktno povezana sa sistemom drenaže. Treba napomenuti da postoje nepoznanice u funkcionisanju sistema drenaže koje se ogledaju uglavnom kroz moguće veze između različitih sistema drenaže i postojanja površinskih i/ili podzemnih voda iz okolnog nekontaminiranog područja u drenažnoj mreži. Ove okolnosti otežavaju predviđanje stvaranja procjednih voda i utiču na izbor i uspostavljanje prognozno modela stvaranja procjednih voda. Kako bi se ove nepoznanice uklonile potrebno je planirati istražne radove. Na ovaj način bi se mogao postaviti bolji model za prognozu procjednih voda, ali što je bitnije, mogli bi se na osnovu rezultata istraživanja poduzeti koraci koji bi doveli do smanjenja nastanka procjednih voda i rasterećenja budućeg postrojenja za tretman procjednih voda. Istraživanja bi trebala obuhvatiti hidrološka i hidrogeološka istraživanja drenažnih sistema i okolnog terena.

Da bi se procijenio uticaj aktivnosti postavljanja gornjeg brtvenog sloja na stvaranje procjednih voda, stvaranje procjednih voda je modelirano na osnovu raspoloživih klimatskih podataka, svojstava deponije i mjerenih količina procjednih voda. Primjena bilo kojeg modela procjednih voda je veoma otežana zbog složenosti lokacije, mehanizma stvaranja procjednih voda i različitih sistema drenaže koji prikupljaju procjedne vode. Jedna od tih poteškoća je da je cijela deponija izgrađena na postojećem otpadu. Još jedna neizvjesnost je veličina slivnog područja koje doprinosi stvaranju površinskih i podzemnih voda. Pošto lokacija nije u potpunosti prekrivena donjim brtvenim slojem i tako odvojena od susjednog područja, postoji vjerovatnoća uticaja podzemne vode koja se drenira iz okolnog područja, a ne samo iz deponije/deponovanog materijala.

Model koristi jednačinu vodnog bilansa i izračunava količinu procjednih voda na osnovu površine deponije, stope odlaganja otpada i starosti odloženog otpada, prosječne količine oborina, isparavanja, površinskog otjecanja, vrste gornjeg brtvenog sloja, itd. U model se može uključiti i recirkulacija, dodatni izvori vode i lako se prilagođava specifičnostima deponije.

Procjedne vode su proračunate na osnovu jednačine vodnog bilansa koja se može zapisati kao:

$$L = P + R - aET - Q$$

Gdje su:

L = produkcija procjednih voda (mm),

P = ukupne godišnje padavine (mm),

R = recirkulacija procjednih voda (mm),

aET = stvarna evapotranspiracija,

Q = površinsko otjecanje.

Ukupna godišnja količina oborina koja se koristi u modelu temelji se na statističkoj analizi podataka oborina relevantne meteorološke stanice. Korišteni su podaci sa MS Sarajeva - Bjelave iz perioda 1981. - 2010. godine, koji se smatra relevantnim klimatskim periodom za analize. Prosječne godišnje padavine za ovaj period su 932 mm, dok je prosječna temperatura 10,1°C. Pri proračunu trenutnog stanja i razmatranih opcija zatvaranja se nije uzimala u obzir recirkulacija procjednih voda za odlagalište (R = 0). Recirkulacija je predviđena u proračunima za proširenje deponije, odnosno nastanak procjednih voda u budućnosti. Stvarna evapotranspiracija izračunava se pomoću formula:

$$aET = 0.6 \cdot pET \quad \text{ako je} \quad I > 0.6 \cdot pET$$

$$aET = I \quad \text{ako je} \quad I < 0.6 \cdot pET$$

Gdje su:

pET = potencijalna evapotranspiracija (mm),

I = potencijalna infiltracija (mm).

Potencijalna mjesečna evapotranspiracija proračunata je pomoću Thornthwaite formule:

$$pET, m = 16 \cdot R_f \cdot \left(\frac{10 \cdot t_m}{t_y} \right)^a$$

Gdje je:

R_f = koeficijent redukcije ovisan o geografskoj širini koja je oko 44°N za Sarajevo.

t_m = prosječna mjesečna temperature u °C,

t_y = godišnji toplotni indeks izračunat kao:

$$t_y = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{t_{m,i}}{5} \right)^{1,514},$$

a = konstanta koja se računa prema formuli:

$$a = 0,49239 + 0,01792 \cdot t_y - 0,0000771 \cdot t_y^2 + 0,000000675 \cdot t_y^3$$

Potencijalna infiltracija je izračunata kao razlika između prosječne godišnje padavine (P) i površinskog otjecanja (Q):

$$I = P - Q$$

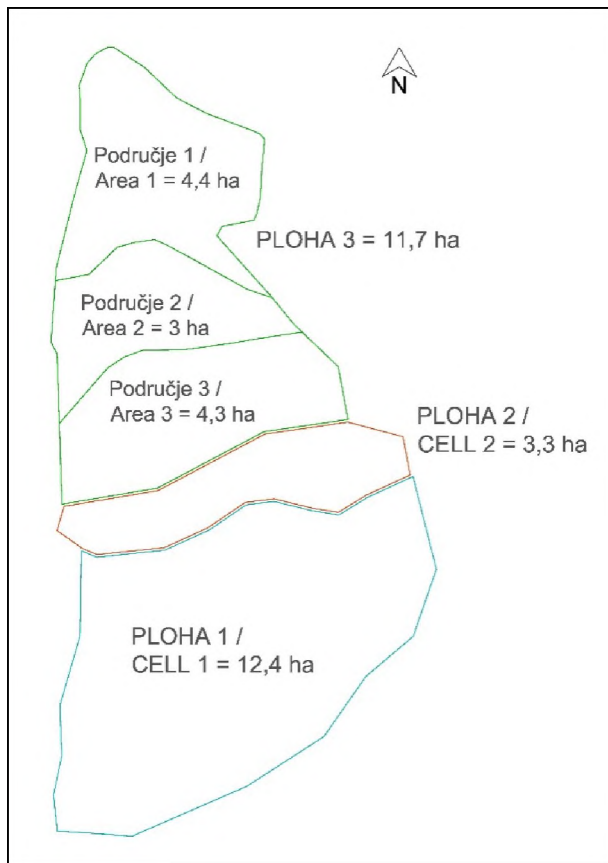
Površinsko otjecanje izračunava se množenjem ukupne količine oborine sa procijenjenim koeficijentom otjecanja C koji je različit za različite plohe u modelu s obzirom na tip pokrova i nagib površine, kao i načina korištenja plohe (aktivna – neaktivna). Usvojene vrijednosti koeficijenata otjecanja prikazane su u daljnjem tekstu.

Konačno, za izračun produkcije procjedne vode (m^3) na godišnjoj bazi izračunata produkcija procjednih voda (mm) množi se sa ukupnom površinom plohe odlagališta.

Proračun koncentracije onečišćivača u modelu bazira se na podacima o pretpostavljenoj distribuciji i količinama otpada u kiseloj fazi i metanogenoj fazi deponije i prosječnim vrijednostima parametara s drugih deponija.

Za modeliranje stvaranja procjednih voda na deponiji Smiljevići, cijelo područje je podijeljeno na tri plohe. Prva ploha sa površinom od 12,4 ha je gornji dio deponije, između aktivnog dijela deponije i gornjeg platoa (prema jugu). Druga ploha je aktivno područje centralnog dijela deponije (3,3 ha), dok se treća ploha sastoji od donjeg dijela deponije i centralnog dijela deponije koji se više ne koristi. Ukupno područje plohe 3 (11,7 ha) je predviđeno da bude prekriveno završnom prekrivkom. Ploha 3 je podijeljena na tri područja što je već opisano u odjeljku o opcijama zatvaranja. U nastavku se daje utjecaj smanjenja procjednih voda samo primjenom različitih vrsta završnih prekrivki (četiri opcije) na postojeće modelirano stanje. U poglavlju razvoj aktivne plohe date su procjene produkcije procjednih voda u budućnosti gdje je uključena i recirkulacija procjednih voda.

Slika 3 Šematski prikaz ploha i područja



Procijenjeni efekti razmatranih opcija za postavljanje gornjeg brtvenog sloja na dijelu deponije na stvaranje procjednih voda u sadašnjem stanju su kako slijedi:

Postojeća situacija

Ukupna količina procjednih voda modelirana za postojeću situaciju je $Q = 3,46$ l/s, dok je prosječna količina procjednih voda u periodu mart 2017 - septembar 2018. godine 3,42 l/s. Procijenjeno stvaranje procjednih voda iz plohe 1 iznosi 0.83 l/s, iz plohe 2 iznosi 0.53 l/s i 0.90 l/s iz plohe 3 (ploha 3 je planirana za postavljanje gornjeg brtvenog sloja). Pored procjednih voda iz ploha 1, 2 i 3, modelu se dodaje bazni protok od 1,2 l/s koji predstavlja površinsku i/ili podzemnu vodu koja prodire u tijelo deponije ili teče direktno u sistem za drenažu procjednih voda iz okolnih područja.

Opcija 1

Za prvu opciju, odnosno za pokrivanje područja 1 i 2 (ukupno 7,3 ha) vodonepropusnim slojem i područja 3 (4,3 ha) polupropusnim slojem, prosječna količina procjedne vode će se smanjiti za plohu 3 sa 0,90 l/s na 0,11 l/s, što predstavlja smanjenje od 0,79 l/s ili 88%, a u poređenju sa ukupnim prikupljenim procjednim vodama smanjit će se sa 3,46 l/s na 2,67 l/s, što je smanjenje za 0,79 l/s ili 23%.

Opcija 2

Smanjenje procjernih voda za drugu opciju, odnosno za pokrivanje područja 1 (4,4 ha) vodonepropusnim slojem i područja 2 i područja 3 (ukupno 7,3 ha) polupropusnim slojem, predviđa se da će biti od 0,90 l/s do 0,24 l/s što predstavlja smanjenje od 0,66 l/s ili 73% za plohu 3. Ukupna procjedna voda će se smanjiti sa 3,46 l/s na 2,80 l/s. To je smanjenje od 0,66 l/s ili 19%.

Opcija 3

Smanjenje procjernih voda za treću opciju, odnosno za pokrivanje područja 1, područja 2 i područja 3 (ukupno 11,7 ha) vodonepropusnim gornjim slojem će biti od 0,90 l/s do 0,0 l/s što predstavlja smanjenje od 100% kada se ploha 3 uzima u obzir. To znači da se predviđa da će ukupno smanjenje procjernih voda biti od 3,46 l/s do 2,56 l/s. To je smanjenje od 0,90 l/s ili 26%.

Opcija 4

Smanjenje procjernih voda za četvrtu opciju, odnosno za pokrivanje područja 1, područja 2 i područja 3 (ukupno 11,7 ha) polupropusnim gornjim slojem će biti od 0,90 l/s do 0,48 l/s što predstavlja smanjenje od 47% kada se ploha 3 uzima u obzir. To znači da se predviđa da će ukupno smanjenje procjernih voda biti od 3,46 l/s do 3,04 l/s. To je smanjenje od 0,42 l/s ili 12%. Stope smanjenja procjernih voda i korišteni koeficijenti oticanja za različite modelirane scenarije prikazani su u tabeli ispod.

Tabela 1 Smanjenje procjernih voda iz plohe 3 za različite opcije zatvaranja

Scenarij	Procjedne vode Ploha 3 (l/s)	Koeficijent otjecanja	Smanjenje (l/s)	Smanjenje za Plohu 3 (%)	Smanjenje za Plohe 1, 2 i 3 i bazni tok (%)	Smanjenje za Plohe 2 i 3 (%)
Postojeća situacija	0.90	0.40	-	-	-	-
Opcija 1	0.11	0.85	0.79	88	23	55
Opcija 2	0.24	0.75	0.66	73	19	46
Opcija 3	0.00	1.00	0.90	100	26	63
Opcija 4	0.48	0.60	0.42	47	12	29

Ovisno od opcije koja će biti implementirana, ukupno smanjenje procjernih voda će varirati. Budući da se planira pokriti dio deponije (ploha 3) iz koje se procjedna voda prikuplja plitkom drenažom, uticaj završne prekrivke će biti samo na smanjenje procjernih voda nastalih iz ovog područja. Smanjenje procjernih voda sa plohe koja se planira prekriti (Ploha 3) bit će u rasponu od 47 do 100%, ovisno o odabranoj opciji. Ako se procijenjeno smanjenje procjernih voda posmatra u odnosu na procijenjeno stvaranje procjernih voda iz područja deponije sa donjim brtvenim slojem (plohe 2 i 3), stepen smanjenja će biti od 29% za opciju 4 (polupropusna završna prekrivka) do 63% za opciju 3 (nepropusna završna prekrivka). Ukupno smanjenje procjernih voda za deponiju (Plohe 1, 2 i 3 i bazni tok) bit će od 12% do 26%, ovisno o odabranoj opciji zatvaranja.

Budući da će ukupno procijenjeno smanjenje procjernih voda nakon postavljanja gornjeg brtvenog sloja na dijelu deponije biti od 12 do 26%, potrebne su i druge radnje kako bi se stvaranje procjernih voda svelo na prihvatljivi nivo.

Kako bi se stvaranje procjernih voda svelo na minimum, potrebno je riješiti tri ključna pitanja:

- › Postavljanje gornjeg brtvenog sloja na cijelu deponiju;
- › Procjedne vode iz novog dijela deponije treba prikupljati odvojeno od postojećih sistema za drenažu procjernih voda. Na taj način se procjedne vode mogu prikupljati u bazenu za procjedne vode, recirkulirati ili tretirati u postojećem postrojenju za tretman procjernih voda ili se može

uspostaviti novi tretman. Dodatni proračuni nastanka procjednih voda u budućnosti dati su u nastavku u poglavlju razvoj aktivne plohe;

- › Treće pitanje koje treba razmotriti i istražiti je bazni tok. U modelu je usvojen bazni tok od 1,2 l/s, što je više od trećine od prosječne količine procjednih voda u ovom trenutku. Potrebno je istražiti moguće tačke prodiranja ili dotoka u sistem za drenažu procjedne vode kako bi se smanjila količina baznog toka.

Procjedne vode prikupljene plitkom drenažom će se transportovati do mjesta postojećeg postrojenja za tretman procjednih voda i tamo će se tretirati nakon uspostavljanja novog procesa tretiranja.

3.5 Upravljanje plinom

Procesom razgradnje otpada na odlagalištu stvara se metan, ugljen dioksid i drugi plinovi koji mogu ugroziti sigurnost na deponiji, zdravlje ljudi i narušiti okoliš. Stvaranje deponijskog plina može da traje desetinama godina nakon što se završi sa odlaganjem otpada. Stoga je potrebno razmotriti opcije za kontrolisanje i proizvodnju plina i, ako se to pokaže neophodnim, izraditi strategije za upravljanje plinom za period tokom i nakon zatvaranja deponije.

3.5.1 Opcije za kontrolu deponijskog plina

Kontrola deponijskog plina ima za svrhu sljedeće:

- › Izbjegavanje ili ublažavanje rizika od nekontrolisanog širenja deponijskog plina na okolna područja (rizika od eksplozije, itd.)
- › Smanjenje emisija metana u atmosferu, obzirom da je metan jak staklenički plin (u skladu sa metrikom emisija prema Potencijalu globalnog zagrijavanja (GWP) u vremenskom okviru od sto godina, kumulativna produkcija metana je 28 puta veća od CO₂)
- › Iskorištavanje deponijskog plina za proizvodnju energije ili njegova direktna upotreba za zagrijavanje
- › Zaštita vegetacije, smanjenje neprijatnih mirisa, itd.

Potrebno je uvesti mjere za smanjenje emisija metana koje podrazumijevaju pasivnu oksidaciju metana u CO₂ i vodu oksidirajućom aktivnošću mikroba ili termičku obradu (npr. primjenom baklje ili plinskog motora).

3.5.2 Korištenje deponijskog plina

Postoje sljedeće metode za korištenje deponije:

²IPCC, 2014: *Klimatske promjene 2014: Sinteza izvještaja. Doprinos radnih grupa I, II i III Petom izvještaju o procjeni Međuvladinog panela o klimatskim promjenama* [Tim autora: R.K. Pachauri i L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ženeva, Švicarska, str. 151.

- › Sakupiti deponijski plin i pročistiti ga do ~ 100% CH₄ koji se može koristiti kao gorivo u vozilima itd.
- › Koristiti plin kao gorivo za proizvodnju električne energije u plinskom motoru i generatoru.
- › Direktna upotreba deponijskog plina u pećima, kotlovima itd.

Deponija je opremljena bakljom i pogonom za proizvodnju električne energije koji trenutno ne radi. Mogućnosti korištenja deponijskog plina su ograničene u zavisnosti od proizvodnje plina na lokacijama.

Odlaganje otpada na području koje se razmatra prestalo je prije otprilike 5 godina, tako da je proizvodnja plina brzo opadala u proteklih nekoliko godina i nastaviće sa opadanjem, pa se može pretpostaviti da tretman plina iz većeg dijela deponije nije održiv. Međutim, preporučuje se izgradnja horizontalnih bunara za otplinjavanje za kontrolisano sakupljanje i ispuštanje plina i ova mjera je uključena u predložene mjere zatvaranja i sanacije.

3.5.3 Moguće spaljivanje deponijskog plina

Za spaljivanje metana i smanjenje emisija ekvivalenta CO₂ u atmosferu koriste se baklje. Uobičajeni najmanji protok plina za najmanje baklje dostupne na tržištu kreće se u rasponu od 20 do 50 m³/h CH₄³. Ukoliko su ulazne vrijednosti CH₄ manje, bakljama je potrebna dodatna isporuka plina kako bi mogle nastaviti sa radom, što gledano iz ekonomskog i okolišnog ugla nije isplativa opcija.

3.5.4 Moguća primjena deponijskog plina u proizvodnji električne energije

Deponijski plin se najčešće koristi u plinskim motorima električnih generatora za proizvodnju električne energije. Najmanji pogoni sa plinskim motorima koji su dostupni na tržištu proizvode oko 350 kW električne energije⁴. Za to je potrebno oko 105 m³ CH₄ po satu, što odgovara količini od 70,5 kg CH₄/h.

3.5.5 Predloženo upravljanje plinom

U svrhu prikupljanja i mogućeg iskorištavanja plina planira se ugradnja horizontalnog drenažnog sistema za plin u završnoj prekrivci. Postojeći vertikalni bunari za otplinjavanje neće prolaziti kroz slojeve završne prekrivke, čime će se eliminisati mogućnost prodiranja vode na ovim mjestima u slučaju vodonepropusne završne prekrivke. Glave bunara će se razmontirati, a cijevi prerezati na nivou terena koji je pripremljen za polaganje drenažnog sloja kako bi se plin prikupljen u postojećim vertikalnim bunarima transportovao do ovog sloja. U drenažnom sloju će se položiti horizontalne drenažne cijevi na udaljenosti od oko 30 m. Budući da je planirano formiranje gornje površine deponije sa horizontalnim bermama širine 10 m na svakih 10 m visine, plinski cjevovodi se mogu instalirati u bermama. Plin će se pomoću ovih cijevi prikupiti iz drenažnog sloja plina i provesti do bočnih strana deponije, gdje će izaći iz završne prekrivke. Na kraju plinskih cijevi će se postaviti glava bunara. To će omogućiti upravitelju deponije da mjeri količinu i kvalitet komponenti plina. Glave bunara će biti povezane sa glavnom transportnom cijevi koja plin provodi do baklje ili generatora električne energije. U zavisnosti od količine i kvaliteta plina koji se prikuplja horizontalnim bunarima za otplinjavanje može se izabrati

³EPA. Upravljanje niskim nivoima deponijskog plina, 04/2011.

⁴Smjernica za sakupljanje i korištenje plina, Međumerička banka za razvoj (IDB), 2009

odgovarajuća opcija za kontrolu plina, pasivna ventilacija, spaljivanje ili proizvodnja električne energije. Prilikom izrade Glavnog projekta u razmatranje treba uzeti i uklanjanje kondenzata, te odrediti stvarne mogućnosti korištenja plina ili njegovog pasivnog otplinjavanja (uz moguću primjenu biofiltera).

3.6 Upravljanje površinskim vodama

Da bi se osigurala stabilnost završne prekrivke deponije, spriječila erozija i minimizirala infiltracija u kanale za oticanje sa površine deponije, uspostaviti će se kanali koji okružuju deponiju. Dodatni kanali će biti izgrađeni na dnu nagiba deponije, u bermama. Kanali će biti duboki najmanje 0,5 m, sa širinom dna 0,5 m i gornjom širinom od 1,5 m. Nagib kanala neće biti strmiji od 1:1.

4 Razvoj aktivne plohe deponije

Buduće odlaganje otpada na deponiji Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići će se nastaviti kao što je već planirano prema gore (prema jugu) do visine postojećeg platoa na kojem se nalaze administrativni i drugi objekti (oko 670,50 m nadmorske visine).

Takav razvoj deponije planiran je u Glavnom projektu deponije⁵. Glavni projekat je ažuriran u Studiji o geomehantičkoj stabilnosti⁶, gdje su analizirane faze daljnjeg odlaganja otpada na postojećoj deponiji, uzimajući u obzir mogućnost proširenja planirane deponije u gornjem dijelu (od postojećeg centralnog platoa do gornjeg platoa). Proširenje deponije se razmatra u dvije faze. Prva faza se sastoji od dva dijela koji uključuju punjenje postojeće doline, kao i odlaganje otpada u nagibu od 1 vertikalno do 2 horizontalno (1: 2) do postojeće prve berme. Druga faza podrazumijeva odlaganje otpada u nagibu 1:3 sve do postojećeg gornjeg platoa. U cilju povećanja kapaciteta predloženi su nasipi gline kao zaštita kosina.

Predloženo rešenje za dalju izgradnju deponije zasniva se na gore pomenutim projektima, ali uz neke promjene. Zadržana je osnovna ideja za daljnje širenje u smislu područja koje će deponija pokrivati. Predloženo rješenje se sastoji od izgradnje vodonepropusnog geosintetičkog donjeg brtvenog sloja, izgradnje sistema za drenažu procjernih voda, vertikalnih bunara za otplinjavanje, završnog gornjeg brtvenog sloja, bunara za sakupljanje procjernih voda, kanala za oticanje površinskih voda i drugih pratećih objekata i postrojenja. Preporučeni nagibi deponije nisu strmiji od 1:3 zbog stabilnosti i mogućeg rizika od erozije na kosinama strmijim od navedenih. Kosina deponije je podijeljen na dionicu od najviše 10 metara u visinu sa bermama širine 10 metara. Daljnje pojedinosti o predloženom rješenju prikazane su u sljedećem tekstu i Prilog C.

4.1 Procjena količine otpada za odlaganje

Da bi se odredio preostali životni vijek deponije Smiljevići, tj. da bi se odredila moguća preostala zapremina za odlaganje otpada, izvršena je prognoza o stvaranju otpada. Analiza provedena u Izvještaju o preliminarnoj studiji izvodljivosti bazirana je na ažuriranim podacima geodetskih mjerenja i

⁵ Glavni projekat: Pretvaranje odlagališta u Smiljevićima u sanitarnu deponiju, HIS, Zagreb, 1998

⁶ Studija o stabilnosti tijela deponije sa pregledom mogućnosti proširenja deponije u Regionalnom centru za upravljanje otpadom Sarajevo, GeoAVAS, Sarajevo, 2017

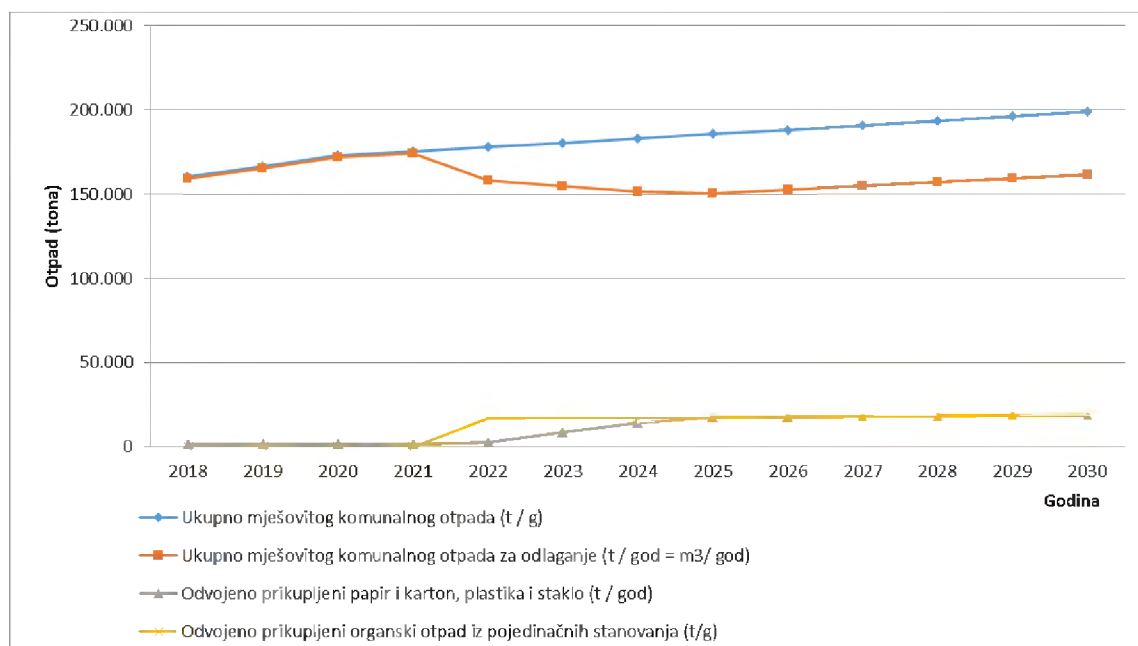
rezultatima analize stabilnosti. Projekcija količine komunalnog otpada (mješovitog komunalnog otpada i odvojeno sakupljenog otpada) u području Kantona Sarajevo zasnovana je na sljedećim parametrima:

- 1 Sastav otpada
- 2 Godišnji rast stanovništva
- 3 Trenutna godišnja količina mješovitog otpada u Kantonu
- 4 Godišnji rast proizvodnje otpada
- 5 Povećanje stope sakupljanja mješovitog komunalnog otpada
- 6 Povećanje stope odvojenog prikupljanja papira i kartona, plastike i stakla u Kantonu
- 7 Odvojeno prikupljeni organski otpad iz pojedinačnih domaćinstava

Svaki od gore navedenih parametara detaljnije je razrađen u izvještaju o preliminarnoj studiji izvodljivosti, a ovdje su prikazani samo konačni rezultati.

Slika 4 ilustruje rezultate prognoze stvaranja otpada za svaku godinu u periodu od 2018. do 2030. godine.

Slika 4 Prognoza stvaranja otpada u periodu od 2018. do 2028. godine u Kantonu Sarajevo



Kumulativna količina otpada za odlaganje u Kantonu Sarajevo do 2030. godine iznosi 2.072.423 tone mješovitog komunalnog otpada.

4.2 Procijenjeni životni vijek plohe deponije

Životni vijek plohe deponije procjenjuje se na temelju podataka o procijenjenom miješanom komunalnom otpadu koji bi se trebao odlagati na deponiju u narednom vremenskom periodu. Pretpostavlja se da je otpad zbijen kako bi se postigla gustoća od 1,0 t/m³, te da je zapremina inertnog materijala za dnevno pokrivanje otpada 5% od zapremine otpada. Izračunavanje životnog vijeka deponije dato je u tabeli 2.

Tabela 2 Izračun životnog vijeka deponije

Sakupljeni otpad / za odlaganje		Zapremina otpada	Zapremina otpada i materijala za pokrivanje	Kumulativna Zapremina otpada	Životni vijek deponije
godina	t/godina	m ³	m ³	m ³	godine
2018	159.149	159.149	167.106	167.106	1
2019	165.356	165.356	173.624	340.730	2
2020	171.805	171.805	180.395	521.125	3
2021	174.210	174.210	182.921	704.046	4
2022	158.414	158.414	166.335	870.381	5
2023	155.036	155.036	162.788	1.033.168	6
2024	151.532	151.532	159.109	1.192.277	7
2025	150.777	150.777	158.316	1.350.593	8
2026	152.888	152.888	160.532	1.511.125	9
2027	155.028	155.028	162.779	1.673.904	10

Kapacitet preostalog "zračnog prostora" na postojećoj lokaciji (preostala zapremina za odlaganje otpada se procjenjuje na oko 1.600.000 m³) dovoljan je za oko 6-7 godina odlaganja. (cca do 2026. godine). Područje koje bi trebalo pokriti novim donjim brtvenim slojem je oko 11,6 ha, a ukupna površina je oko 14,6 ha (oko 3 ha je područje deponije koje se preklapa sa postojećim aktivnim područjem deponije).

4.3 Rukovanje deponijskim plinom na deponiji

Procesom razgradnje otpada na odlagalištu stvara se metan, ugljen dioksid i drugi plinovi koji mogu ugroziti sigurnost na deponiji, zdravlje ljudi i narušiti okoliš. Stvaranje deponijskog plina može da traje desetinama godina nakon što se završi sa odlaganjem otpada. Stoga je potrebno razmotriti opcije za prikupljanje i kontrolisanje plina i, ako se to pokaže neophodnim, izraditi strategije za upravljanje plinom za period tokom i nakon zatvaranja deponije.

4.3.1 Opcije za kontrolu deponijskog plina

Kontrola deponijskog plina ima za svrhu sljedeće:

- › Izbjegavanje ili ublažavanje rizika od nekontrolisanog širenja deponijskog plina na okolna područja (rizika od eksplozije, itd.)
- › Smanjenje emisija metana u atmosferu, obzirom da je metan jak staklenički plin (u skladu sa metrikom emisija prema Potencijalu globalnog zagrijavanja (GWP) u vremenskom okviru od sto godina, kumulativna produkcija metana je 28 puta veća od CO₂⁷)
- › Iskorištavanje deponijskog plina za proizvodnju energije ili njegova direktna upotreba za zagrijavanje
- › Zaštita vegetacije, smanjenje neprijatnih mirisa, itd.

⁷IPCC, 2014: *Klimatske promjene 2014: Sinteza izvještaja. Doprinos radnih grupa I, II i III Petom izvještaju o procjeni Međuvladinog panela o klimatskim promjenama* [Tim autora: R.K. Pachauri i L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ženeva, Švicarska, str. 151.

Ako se iz nekog razloga zgrade ili druge građevine postavljaju na saniranu deponiju, trebalo bi razmotriti rizik za prodor i eksploziju deponijskog plina i postupati u skladu s tim. Potrebno je uvesti mjere za smanjenje emisije metana koje podrazumijevaju pasivnu oksidaciju metana u CO₂ i vodu oksidirajućom aktivnošću mikroba ili termičku obradu (npr. primjenom baklje ili plinskog motora). Minimalno je potrebno da se primijeni pasivni sistem za prikupljanje i obradu deponijskog plina.

Postoje sljedeće metode za korištenje deponijskog plina:

- › Sakupiti deponijski plin i pročistiti ga do ~ 100% CH₄ koji se može koristiti kao gorivo u vozilima itd.
- › Koristiti plin kao gorivo za proizvodnju električne energije u plinskom motoru i generatoru.
- › Direktna upotreba deponijskog plina u pećima, kotlovima itd.

Korištenje deponijskog plina za proizvodnju električne energije je održiva opcija, jer na lokaciji već postoji generator struje. Druga dva načina, pročišćavanje deponijskog plina i direktna upotreba deponijskog plina neće se razmatrati iz različitih razloga (na lokaciji postoji generator električne energije, opcije nisu realne, skupe su, nema postojećeg sistema za korištenje plina kao goriva, pitanje dozvola, itd.).

4.3.2 Procjena proizvodnje plina

Na osnovu projektovanih stopa odlaganja otpada i predviđenog životnog vijeka deponije, proizvodnja deponijskog plina je procijenjena koristeći model raspada prvog reda (FOD) koji je u skladu sa IPPC smjernicama za deponijski plin iz 2006. godine. Ulazni parametri korišteni za proračune su prikazani u Prilog B. Prilikom procjene korišteni su procijenjeni podaci o količinama odloženog otpada od nastanka odlagališta. U modelu nisu korišteni podaci o stvarnim vrijednostima količina i kvalitete deponijskog plina.

Masa dostupnog razgradivog organskog ugljika obračunata je u vremenskom koraku $t = i$ kako slijedi:

$$[OC]_j^{dostupno} = Kolicina\ otpada \cdot fOC_j \cdot [OC]_{MIN / MAX} \quad (t = i)$$

Pri čemu je:

- › Količina otpada = masa odloženog otpada,
- › fOC_j = razgradiva frakcija DOC,
- › OC = razgradivi organski ugljik u godini razgradnje (min ili max).

Masa razgrađenog OC iznosi:

$$[OC]_j^{degradirano} = [OC]_j^{dostupno} \cdot (1 - \exp^{-kj})$$

Pri čemu je k konstanta reakcije.

Stvaranje CH₄ obračunato je primjenom sljedeće formule za stvarnje CH₄ u kg po godini:

$$CH_4 \text{ produkcija} = a \cdot \zeta \cdot [CH_4] \cdot \sum_{t=i}^n [OC]^{\text{deg radirano}} \quad (\text{kg} \cdot \text{a}^{-1})$$

ili u kubnim metrima po godini:

$$CH_4 \text{ produkcija} = \frac{a \cdot \zeta \cdot [CH_4] \cdot \sum_{t=i}^n [OC]^{\text{deg radirano}}}{0.714} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1})$$

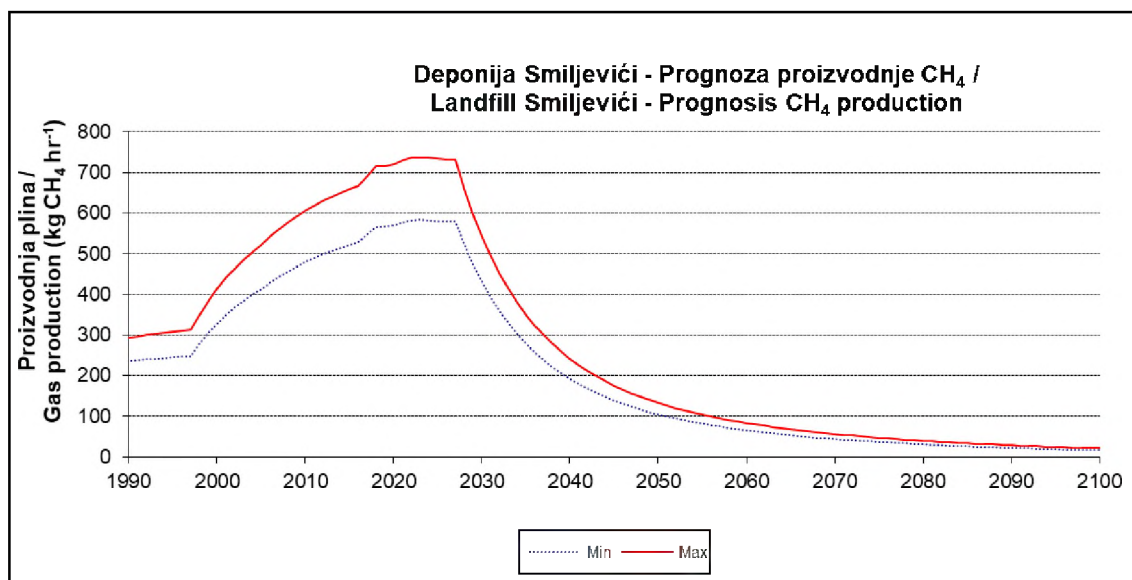
Ukupni dostupni razgradivi organski ugljik u narednom koraku $t = i+1$ jednak je zbiru dostupnog razgradivog OC koji je nastao iz otpada u koraku $t = i+1$ i akumuliranog OC koji se nije razgradio u prethodnim koracima:

$$[OC]_{t=i+1}^{\text{dostupno}} + [OC]_{t=i}^{\text{dostupno}} - [OC]_{t=i}^{\text{deg radirano}} \quad (t = i + 1)$$

Parametri i pretpostavke o sastavu otpada koji se koristi za model proizvodnje CH_4 deponije prikazani su u Prilog B. Pretpostavlja se da će lokacija biti zatvorena do kraja 2026. godine.

Rezultati proračuna su prikazani ispod. Procijenjena proizvodnja metana prikazana je sa min i max vrijednostima zbog značajne nesigurnosti u procjeni.

Slika 5 Procjena proizvodnje CH_4 na deponiji Smiljevići



4.3.3 Rukovanje proizvedenim deponijskim plinom

Kako su količine otpada koje će se odlagati na deponiju značajne, stvarna proizvodnja plina je također značajna za vrijeme rada deponije. Nakon pretpostavljenog prestanka odlaganja otpada do 2026. godine, proizvodnja će se brzo smanjiti u narednih nekoliko godina. Na osnovu toga, tretman plina se smatra neophodnim, tako da bunari za kontrolisano sakupljanje i ispuštanje ili korištenje plina moraju biti uključeni u izgradnju aktivne plohe.

4.3.4 Moguće korištenje deponijskog plina za proizvodnju električne energije

Najpoznatija upotreba deponijskog plina je u plinskom motoru koji pokreće električni generator koji proizvodi električnu energiju. Najmanja postrojenja sa plinskim motorima na tržištu proizvode oko 350 kW električne energije⁸. Za to je potrebno oko 105 m³ CH₄ na sat, što odgovara 75 kg CH₄/h. Može se procijeniti efikasnost sakupljanja od max. 70%. Na osnovu prognoze proizvodnje plina (CH₄) upotreba deponijskog plina za proizvodnju električne energije je održiva opcija, pri čemu već postoji generator električne energije u Regionalnom centru za upravljanje otpadom Smiljevići. Nakon što se ukupna proizvodnja plina iz cijele deponije smanji ispod vrijednosti potrebnih za normalan rad generatora električne energije, preporučuje se spaljivanje deponijskog plina.

4.3.5 Moguće spaljivanje deponijskog plina

Baklje se koriste za sagorijevanje metana kako bi se smanjila emisija ekvivalenata CO₂ u atmosferu. Tipični minimalni protok plina za najmanje baklje na tržištu je u rasponu od 20-50 m³/h CH₄⁹. Ako je dotok CH₄ manji, bakljama bi bilo potrebno dodatno snabdijevanje plinom da bi se održalo njihovo funkcionisanje, što ne bi bilo održivo sa ekonomskog ili ekološkog stanovišta. Kao što je već predloženo, spaljivanje deponijskog plina sa deponije treba da se nastavi nakon što se količina i kvalitet plina smanji ispod potrebnih vrijednosti za normalno funkcionisanje generatora električne energije. Plinska baklja je instalirana na Regionalnom centru za upravljanje otpadom Smiljevići.

4.4 Rukovanje procjednim vodama na deponiji

Procjedna voda se stvara kada voda prodre u otpad i u kontaktu s otpadom može potencijalno biti kontaminirana hranjivim tvarima, metalima, solima i drugim sastojcima. Nastala procjedna voda ima potencijal da prouzrokuje negativne uticaje na okoliš i to na tlo, podzemne vode i površinske vode, ako se njome ne upravlja na odgovarajući način.

4.4.1 Opcije kontrole ispuštanja procjednih voda

Svrha kontrole procjednih voda sa odlagališta otpada je da se izbjegne ili smanji rizik od nekontrolisanog širenja procjednih voda deponije u okolinu koja bi mogla izazvati zagađenje tla, kao i zagađenje podzemnih i površinskih voda.

Da bi se kontrolisala procjedna voda moglo bi se koristiti nekoliko opcija:

- › Pokrivanje odlagališta vodonepropusnim gornjim slojem koji će spriječiti stvaranje procjednih voda nastalih oborinama
- › Pokrivanje odlagališta polupropusnim gornjim slojem koji će minimizirati stvaranje procjednih voda nastalih oborinama
- › Prikupiti i premjestiti procjedne vode

⁸Smjernica za sakupljanje i korištenje plina, Međuamerička banka za razvoj (IDB), 2009

⁹EPA. Upravljanje niskim nivoima deponijskog plina, 04/2011.

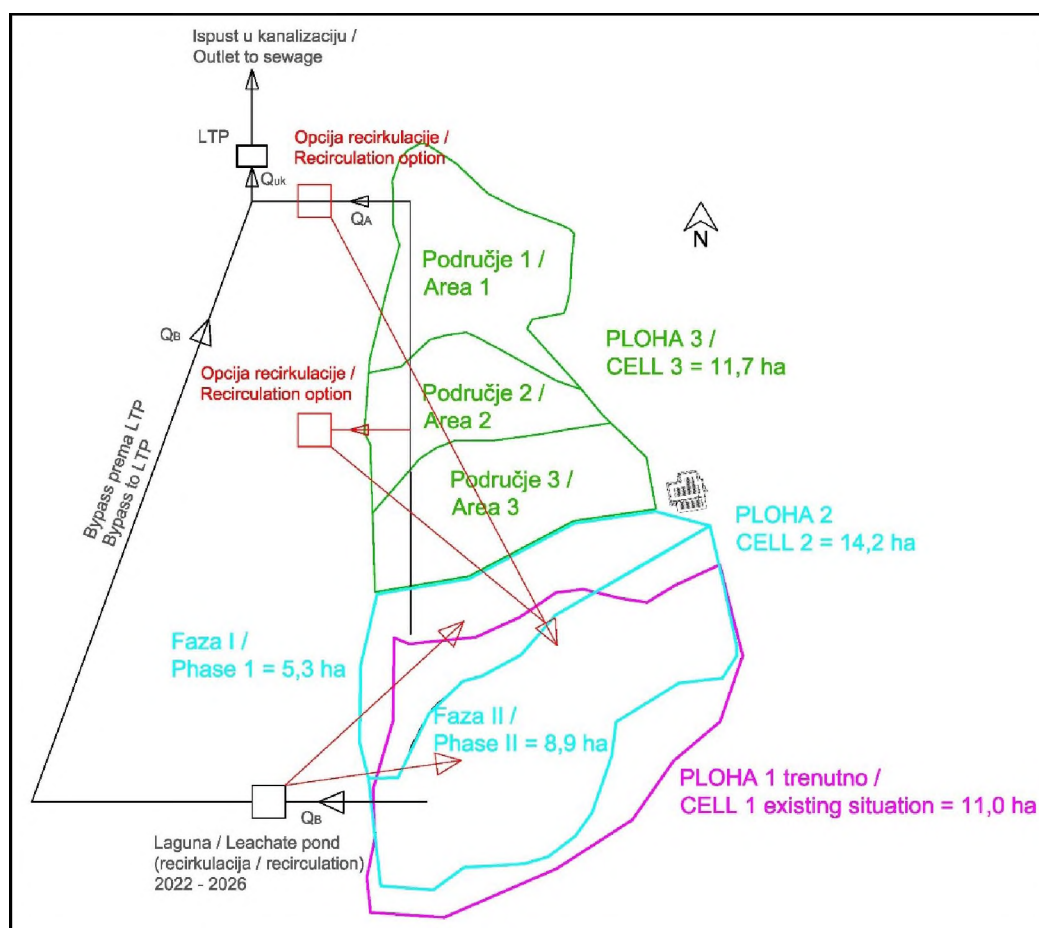
- › Koristiti jednostavan tretman procjednih voda (međuspremnik, bazen za procjedne vode, itd.)
- › Koristiti složeniji tretman procjednih voda

4.4.2 Procjena proizvodnje procjednih voda

Buduća proizvodnja procjednih voda procijenjena je u Izvještaju o preliminarnoj studiji izvodljivosti i ovdje su prikazani samo konačni rezultati i zaključci. Aktivno područje deponije će se nastaviti širiti na jug. S obzirom na oznake koje su korištene u modeliranju procjednih voda, područje plohe 2 (aktivno područje) će se povećati na račun plohe 1, tj. ploha 2 će pokriti područje plohe 1. Dok je ploha 2 aktivno područje, koeficijent oticanja će biti niži tako da će proizvodnja procjednih voda porasti. Da bi se smanjila proizvodnja procjednih voda, dio sakupljene nezagađene površinske vode trebao bi se preusmjeriti kanalima/nasipima iz područja pripremljenog za odlaganje otpada (ploha2).

Za dalji razvoj deponije planirano je da se izgradi zaseban drenažni sistem tako da se procjedne vode ne odvede u postojeću plitku drenažu. Ovo će biti moguće izvesti u kasnijoj fazi razvoja deponije (kada se dostigne nadmorska visina od oko 626 m nadmorske visine - ploha 2 faza II). Dio procjedne vode će i dalje teći iz plohe 2 u postojeći drenažni sistem Plitke drenaže (ploha 2 faza I).

Slika 6 Shematski prikaz nastanka procjednih voda



Nakon što je slobodna zapremina za odlaganje otpada na deponiji (predviđa se u 2026. godini) iskorištena, prvo se treba postaviti privremena, a zatim završna prekrivka cijele plohe 2 i ostatka plohe 1. Ako se koristi završna vodonepropusna prekrivka, proizvodnja procjednih voda će se smanjiti na vrijednost usvojenog baznog toka ili manje. Procjedne vode će se generirati infiltriranim podzemnim vodama iz okolnog područja koje će biti u dodiru sa starim otpadom ispod deponije.

Procjena buduće proizvodnje procjednih voda je data u tabeli ispod, a sheme i blok dijagrami za razmatrane opcije su dati u Prilog D.

Tabela 3 Procjena buduće proizvodnje procjednih voda

Godina	Postojeći sistem prikupljanja procjednih voda				Odvojen sistem prikupljanja procjednih voda	Bazni protok
	Opcija 1	Opcija 2	Opcija 3	Opcija 4		
	Procjedna voda (m3/dan)	Procjedna voda (m3/dan)	Procjedna voda (m3/dan)	Procjedna voda (m3/dan)	Procjedna voda (m3/dan)	Procjedna voda (m3/dan)
2018	195	195	195	195	0	104
2019	143	154	133	174	0	104
2020	143	154	133	174	0	104
2021	143	154	133	174	0	104
2022	95	106	85	126	26	104
2023	85	96	75	116	53	104
2024	74	85	64	106	79	104
2025	64	75	54	95	106	104
2026	54	65	44	85	132	104
2027	10	21	0	41	0	104

Pretpostavke korištene za proračun procjednih voda u prethodnoj tabeli su sljedeće:

- › Procjedne vode sa Plohe 2 – Faza I prikupljaju se postojećom plitkom drenažom
- › Procjedne vode sa Plohe 2 – Faza II prikupljaju se novim separatnim sistemom i vode do lagune
- › Porast površine Plohe 2 – Faza II uzet je linearno za razmatrani vremenski period
- › U 2022. godini se Ploha 2 – Faza I zatvara privremenom prekrivkom
- › U 2027 godini se Ploha 2 – Faza I i Faza II i Ploha 1 zatvaraju nepropusnom prekrivkom

Prema shematskom prikazu, procjedne vode nastale na Plohi 3 i Plohi 2 – Faza I bit će prikupljene postojećim sistemom plitkih drenaža i odvedene na lokaciju postojećeg sistema za tretman procjednih voda. Zavisno od izabrane opcije ukupna količina procjednih voda koje će se prikupljati je zbir neke od kolona 2-5 i zadnje kolone (bazni dotok) u prethodnoj tabeli. Mogućnosti upravljanja procjednim vodama treba dodatno razraditi u narednim fazama projektne dokumentacije. Način upravljanja procjednim vodama ostavlja se upravitelju pogona na izbor. Opcije koje se mogu razmotriti su:

- › Tretman svih prikupljenih procjednih voda na postrojenju
- › Iskorištavanje postojećeg bazena u sklopu postrojenja za tretman procjednih voda kao bazena za recirkulaciju – prikupljena voda ili dio nje se može recirkulirati postojećim sistemom za recirkulaciju, a koji treba nadograditi kako bi se procjedne vode mogle transportovati do dijela deponije gdje se nalazi svježiji otpad.

- › Izgradnja nove lagune locirane na povoljnoj koti kod Plohe 3 - Područje 2 (prethodna shema) i cijevnog priključka na okno plitke drenaže kako bi se moglo izvršiti usmjeravanje vode iz dijela plitke drenaže prema ovoj laguni. Iz lagune se može vršiti recirkulacija prema višim kotama deponije gdje je odložen svježiji otpad.

U koloni 6 prikazane su procijenjene količine procjednih voda koje će nastajati na Plohi 2 – Faza II. Procjedne vode sa ove plohe bit će prikupljene posebnim drenažnim sistemom i transportovane do lagune iz koje će se vršiti recirkulacija. Predviđeno je da se vode iz lagune mogu bypassom dovesti gravitacijom do postojeće lokacije postrojenja za tretman procjednih voda. Kako bi se smanjila ukupna proizvodnja procjednih voda na deponiji, potrebno je izgraditi sistem gornjeg brtvenog sloja cjelokupne deponije, procjedne vode iz područja na koje se širi deponija treba odvojiti od postojećih sistema za odvodnjavanje procjednih voda, a treba provesti aktivnosti na smanjivanju baznog toka, odnosno istražiti gdje su moguće tačke prodiranja ili ulaza okolne vode u postojeće drenažne sisteme koje povećavaju ukupnu količinu procjednih voda. Smanjenje ukupnih procjednih voda zavisi značajno i od uspjeha minimiziranja baznog toka.

U tabeli iznad navedena je procjena proizvodnje procjednih voda za dio deponije koji će se koristiti za odlaganje otpada u skoroj budućnosti, a planirano je da se procjedne vode iz ovog područja odvojeno prikupljaju, skladište, recirkulišu i/ili tretiraju uz mogućnost provođenja procjednih voda iz ovog područja na lokaciju postojećeg postrojenja za tretman procjednih voda.

U cilju smanjenja negativnih utjecaja na okoliš i smanjenja troškova postrojenja za tretman procjednih voda, vrlo je bitno da operator deponije, odnosno postrojenja za tretman procjednih voda, razmotri različite mogućnosti upravljanja procjednim vodama i odabere najpovoljniji način upravljanja.

4.5 Građevinski radovi i objekti na deponiji

Da bi se uspostavilo i upravljalo odgovarajućim sistemom za zbrinjavanje otpada, moraju se ispuniti određeni uslovi. Pravilno postavljanje donjeg brtvenog sistema koji treba da ispunjava barem minimalne zahtijevane standarde sanitarnih deponija je prvi i osnovni preduslov.

Potrebno je vršiti odgovarajuće održavanje i rad deponije, uključujući prikupljanje i tretman emisija iz deponije. Također se mora vršiti stalna kontrola, nadzor i praćenje svih radova tokom pripreme i izgradnje deponije (kao i tokom njenog rada).

Osnovne informacije o budućem razvoju aktivne plohe deponije:

- › Ukupna raspoloživa zapremina deponije $V \approx 1.600.000 \text{ m}^3$
- › Ukupna površina donjeg brtvenog sloja $A \approx 116.000 \text{ m}^2$
- › Ukupna površina prekrivke $A_c \approx 136.000 \text{ m}^2$ (razlika u površini donjeg brtvenog sloja i prekrivke je zbog preklapanja sa postojećom deponijom)
- › Prosječna debljina budućeg otpada 12 m
- › Gustina otpada 1 t/m^3

Objekti koji će biti uključeni u projektovanje proširenja postojeće sanitarne deponije su:

- › Donji brtveni sloj;
- › Objekti za prikupljanje, transport, skladištenje, tretman i ispuštanje procjednih voda.

- › Sistem za prikupljanje površinskih voda;
- › Objekti za prikupljanje i korištenje plina;
- › Pomoćni objekti;

Objekti su detaljnije opisani u nastavku.

4.5.1 Donji brtveni sloj za izgradnju sanitarne deponije

Za izgradnju aktivne plohe deponije predložene su sljedeće glavne aktivnosti:

- › Početni radovi obuhvataju pripremu gradilišta i uklanjanje vegetacije. Pored deponije je potrebno uspostaviti adekvatan prostor gradilišta, uključujući kancelariju izvođača i prostor za radnike, parking i skladište za mašine i opremu, itd. Područje koje je planirano za izgradnju deponije mora biti pripremljeno. To znači da se mora ukloniti sva vegetacija, kao i velike kamene gromade i druge moguće prepreke;
- › Iskopi i drugi zemljani radovi. Tamo gdje se nalazi privremeni pokrivač, površinski sloj nekontaminiranog materijala oko 20 cm treba iskopati i odložiti na privremeno odlagalište. Ako je ovaj sloj kontaminiran otpadom, on neće biti iskopan. Materijal iz privremenog odlagališta može se kasnije koristiti za zaštitni sloj ako je prikladan. Tamo gdje su nagibi postojeće deponije strmije od 1V:3H otpad će se iskopati i prenijeti na dio deponije gdje je nagib manji od 1:3. Cjelokupna površina deponije mora biti oblikovana tako da je najstrmiji nagib 1:3. Nakon radova na iskopavanju, vrši se izravnavanje i zbijanje površine. Površina područja treba biti izravnata i formirana sa potrebnim nagibima kako bi sistem za drenažu procjednih voda funkcionisao ispravno.
- › Uklanjanje vertikalnih bunara za otplinjavanje. Glave bunara i dijelovi vertikalnih bunara za otplinjavanje iznad površine će biti uklonjeni kako bi se izravnali sa površinom pripremljenom za polaganje donjeg brtvenog sloja.
- › Kada je to potrebno, duž granica tijela deponije treba izgraditi nasip visok 1,0 m koji će služiti za sprečavanje curenja procjednih voda. Širina nasipa na vrhu je 2,5 m. Nasip će biti izgrađen tako da unutrašnji nagib bude 1:3, a vanjski nagib 1:2.
- › Izgradnja donjeg brtvenog sloja je u skladu sa zahtjevima EU direktiva i sastoji se od (odozdo prema gore):
 - › Izravnavajući sloj privremene prekrivke - 30 cm;
 - › Sloj za otplinjavanje (sloj za drenažu plina – šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Postavljanje horizontalnih cijevi za drenažu plina PEHD $\Phi 90$;
 - › Glineni geosintetički sloj – 5-7 mm (bentonit);
 - › Dvostrano hrapava PEHD folija ($k = 1,0 \times 10^{-9}$ m/s) - 1,5 mm;
 - › Tkani geotekstil 1,200 g/m²;
 - › Drenažni sloj (šljunak 0-60 mm) - 50 cm. Postavljanje PEHD cijevi za drenažu procjednih voda.

- › Sidrenje donjeg brtvenog sloja vrši se na sidrenom nasipu prikazanom na crtežima odlagališta (Prilog C).
- › Uspostavljanje kanala površinske vode koji okružuju deponiju i kanala za oticanje površinske vode na deponiji.

Za uspješno postavljanje donjeg brtvenog sloja važno je implementirati kvalitetno izvođenje radova i program osiguranja kvaliteta tokom izgradnje.

Tehničke specifikacije za izgradnju deponije se nalaze u Prilog A. Crteži se nalaze u Prilog C.

4.5.2 Sakupljanje i odvodnja površinskih voda

Sakupljanje površinskih voda može se podijeliti na dva različita zadatka:

- sakupljanje površinskih voda iz okolnog područja
- sakupljanje površinskih voda iz aktivnog područja

Uzdruž odlagališta će se iskopati kanali za oticanje površinskih voda ili će se izgraditi okolne brane. Na ovaj način, površinske vode će biti spriječene da teku preko deponije i prodiru u tijelo otpada. Ispusti kanala (čistih) površinskih voda će biti u postojeće obližnje kanale ili prijemne vodotoke. Poprečni presjek jaraka za sakupljanje ima dubinu od najmanje 0,50 m, širinu dna 0,50 m, a širinu na vrhu 1,50 m. Jarci trebaju biti osigurani glinovitom zemljom. Nagib ne smije biti manji od 0,5%. Sistem se mora održavati najmanje jednom godišnje. Također se preporučuje da se kvalitet vode kontroliše jednom godišnje (hemijska analiza).

Prikupljanje površinskih voda iz aktivnih ploha će se izvesti izgradnjom nasipa i/ili odvodnih cijevi koje će spriječiti ulazak površinskih voda u tijelo deponije. Voda će biti preusmjerena na okolne kanale površinskih voda.

Površinske vode iz područja gdje postoji opasnost od izlivanja nafte i sl. (npr. područje za pranje i punjenje goriva ispred garaže) moraju proći separator ulja prije konačnog ispuštanja.

4.5.3 Sakupljanje i tretman procjednih voda odlagališta

U drenažnom sloju od šljunka će biti postavljen sistem za drenažu procjednih voda, uključujući i okna za monitoring. Za prikupljanje procjednih voda koristiće se perforirane PEHD cijevi. Na svakih 250-300 metara treba postaviti cijevi za ispiranje sistema. Sistem za drenažu procjednih voda će biti priključen na šahtove procjedne vode, a odatle će se transportovati u bazen za procjedne vode (recirkulacija) i postrojenje za tretman procjednih voda.

Sistem	Projektni parametri
Prikupljanje procjednih voda u plohama za otpad	0,50 m sloj agregata, propusnost $> 1 \times 10^{-3} - 10^{-4}$ m/s. Distribucija veličine zrna agregata će biti od 0-60 mm. Drenaža vode se planira izvesti perforiranim cjevovodima povezanih na regularne cijevi. Regularne cijevi završavaju u šahtovima (komorama za prihvata procjednih voda), odakle cjevovodi odvođe vodu u lagunu (bazen) za sakupljanje procjednih

Sistem	Projektni parametri
	voda. Glavna drenažna cijev Ø200 mm nalazi se na dnu nove plohe. Drenažne cijevi će imati proreze širine 5-8 mm, a oko njih će se nalaziti materijal za filter. Materijali za filter će biti šljunak 16mm / 32 mm sa maksimalnom veličinom zrna agregata od 60 mm. Unutar ploha se neće nalaziti nikakve konstrukcije. Komora za prihvata se nalazi izvan plohe.
Transport procjednih voda	Transport procjednih voda vrši se kroz gravitacionu cijev PEHD PN10. Procjedne vode prikupljaju se u bazen za procjedne vode koji će biti povezan sa postrojenjem za tretman procjednih voda. Bazen za procjedne vode će biti sastavni dio sistema recirkulacije za novu deponiju.
Prikupljanje, postupanje i tretman procjednih voda	Procjedne vode će se prikupljati u bazen za procjedne vode zatvoren nepropusnim slojem PEHD od 1,5 mm i geotekstilom od 1,0 mm i na kraju zaštitnim slojem pijeska/šljunka od 0,25 m. Da bi se uticaj na okoliš sveo na minimum, nastale procjedne vode treba tretirati Tretman nastalih procjednih voda nije dio projektnog zadatka te se ovdje neće razmatrati. Kako bi se smanjile količine procjednih voda za tretman predložena je recirkulacija procjednih voda.

Tretman procjednih voda

Tretman procjednih voda Plohe 2 – Faza II deponije Smiljevići – predlaže se recirkulacioni postupak koji se sastoji u povratnom dovodenju skupljene procjedne vode nazad na tijelo deponije. Ovaj način tretmana filtrata izabran je iz više razloga. Glavni razlog je da samo tijelo deponije služi kao biofilter koji zadržava veći dio zagađenja iz filtrata, dio se transformiše u postupku organske dekompozicije, a dio ispari. Istovremeno se, uslijed povećanja vlažnosti tijela deponije, ubrzavaju procesi biohemijske razgradnje organskih materija te doprinosi bržoj stabilizaciji deponije. Također, ovim rješenjem smanjuju se ukupne količine procjednih voda koje bi se tretirale na uređaju za pročišćavanje procjednih voda.

Osnovna namjera lagune jeste da ona bude egalizacioni i kompezacioni bazen koji će primiti svu količinu filtrata pri maksimalnim padavinama i u slučaju kada su u funkciji sve planirane sanitarne plohe. Procjedni filtrat će se u prihvatnoj laguni hidraulički stišati. U većem dijelu godine otpadna voda će se duže vremena zadržavati u laguni tako da će ona u jednom periodu i služiti kao primarni taložnik, gdje će doći do taloženja suspendovanih čestica. Također uslijed dužeg stajanja otpadne vode u laguni, te velike površine lagune doći će i do aeracije otpadne vode što će dovesti do smanjenja BPK i HPK u otpadnoj vodi.

Zbog navedenih činjenica, za male količine filtrata, ali i veće, ovaj postupak tretmana je najracionalniji. Deponijski filtrat se raspršuje po gornjoj površini odloženog otpada, a prednost površinskog rasprskavanja je što se filtrat raspoređuje po cijeloj površini deponije. Pri tome se također pospješuje isparavanje tih voda, tako da se u ljetnom periodu može na taj način smanjiti količina procjednih voda i do 50%, naročito u krajevima sa suhom klimom. Skupljena procjedna voda se prije povratnog unošenja

u otpad tretira radi izdvajanja suspendovanih čestica. Tretman obično uključuje mehaničko izdvajanje dijela taložive materije i u nastavku izdvajanja mulja anaerobnim postupkom.

Ovim rješenjem predviđa se izgradnja sabirnog bazena (lagune), koji služi za prikupljanje procjednih voda i taloženje suspendovanih materija procjednih voda iz tijela deponije (filtrata). Bazen se dimenzionira na vrijeme zadržavanja filtrata od 15 do 30 dana, a prebacivanja filtrata na tijelo deponije će se vršiti putem fiksne ili pokretne muljne pumpe sa zatvaračnicom, koja će se napajati iz elektrodistributivne mreže na lokaciji. Raspodjela filtrata po radnoj plohi deponije vršit će se putem perforiranih cijevi Ø50mm.

Procijenjena količina procjednih voda, uključujući količinu vode koja se recirkulira (100%), na kraju Faze II iznosi $Q = 227 \text{ m}^3/\text{dan}$. Dimenzioniranje lagune izvršeno je na osnovu dnevne količine procjednih voda i vremena zadržavanja vode u laguni – maksimalno 15 dana, te se dobija da je potreban kapacitet lagune za novu plohu $V = 3.400 \text{ m}^3$. Laguna se može graditi u više faza, odnosno može biti sastavljena od više bazena, kako napreduje širenje aktivne plohe deponije i raste količina procjednih voda.

Posljednji rezultati analize procjednih voda su iz 2018. godine (juli, august, septembar i oktobar), a analizu je vršio Institut za kvalitet, standardizaciju i ekologiju TKM Lukavac (Prilog E). Fizičko-hemijska ispitivanja procjednih voda poređena su sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizaciju¹⁰. Sljedeći parametri premašili su granične vrijednosti: BPK, HPK, amonijak, ukupni azot, hloridi, ukupni fosfor, željezo, bor i toksičnost.

Ispuštene otpadne vode deponije, koje se sastoje od procjednih voda, značajno su onečišćene (velike količine organske materije (HPK, BPK), amonijaka, ukupnog azota, teških metala, hlorisanih organskih i anorganskih soli) te su ovi rezultati i očekivani.

Vrijednosti BPK5 i HPK pokazale su da je deponijea u fazi biorazgradnje i nestabilizirana. Visoka koncentracija amonijaka je karakteristika stare ili stabilizirane (više od 10 godina) deponije, a visoka koncentracija hlorida odražava značajnu prisutnost topljivih soli.

Važno je primjetiti da je u nekim uzorcima koncentracija HPK i BPK bile prilično blizu ili čak ispod zakonom predviđenih graničnih vrijednosti za ispuštanje otpadnih voda u kanalizaciju (17/18 juli 2018 HPK je iznosila $740 \text{ mgO}_2/\text{l}$, 17 july – 3 august BPK je bila ispod $250 \text{ mgO}_2/\text{l}$ - limit value). Nije se mogla ustanoviti jasna korelancija između kvaliteta procjednih voda i padavina/protoka, pa je i elaboriranje povremenog pada u zagađenju procjednih voda teško izvodivo.

Nadalje, važno je primjetiti da je najmanje opterećenje procjedne vode prisutno u ispustu kalota. Tokom ispitivanja procjednih voda u julu 2018godine (Prilog B), HPK je iznosila od $310 - 940 \text{ mgO}_2/\text{l}$ što je blisko graničnim vrijednostima koje iznose $700 \text{ mgO}_2/\text{l}$, dok je koncentracija BPK bila ispod graničnihvrijednosti ($250 \text{ mgO}_2/\text{l}$). Koncentracija amonijaka, iako višestruko veća od graničnih vrijednosti ($40 \text{ mgNH}_4\text{-N/l}$), je značajno niža od onih vrijednosti koje su prisutne u ostalim ispustima. Slična je situacija i sa hloridima. Za ispust kalota se smatra da je prijemnik podzemnih voda, te je moguće pretpostaviti da je razlog nižeg opterećenja procjednih voda na ovom ispusti razblaženje.

¹⁰ Službene novine FBiH, br. 101/15 i 01/16, 101/18

4.5.4 Sakupljanje i tretman deponijskog plina

Aktivna ploha deponije će biti izgrađena iznad starog otpada, tako da za razvoj plohe aktivne deponije treba izgraditi dva odvojena sistema za prikupljanje plina, prvo za prikupljanje plina sa postojećeg starog odlagališta, a drugo za prikupljanje plina iz aktivnih ploha.

Vertikalni bunari za otplinjavanje su instalirani u postojećem odlagalištu. U procesu izgradnje donjeg brtvenog sloja za plohu aktivne deponije predlaže se da se nova horizontalna drenaža plina instalira sa horizontalnim bunarima za otplinjavanje. Postojeći vertikalni bunari za otplinjavanje neće se produžiti kroz sistem donjeg brtvenog sloja kako bi se osigurala vodonepropusnost donjeg brtvenog sloja i spriječilo curenje. Postojeće glave bunara će biti rastavljene i cijevi će se odrezati do nivoa tla pripremljenog za polaganje drenažnog sloja, tako da će plin sakupljen vertikalnim bunarima dospjeti u taj sloj. U drenažnom sloju(plin)će se na udaljenosti od oko 30 m postaviti horizontalne drenažne cijevi. Ovim cjevovodima plin će se prikupljati iz drenažnog sloja i voditi do strane deponije gdje će izlaziti na završnu prekrivnu. Na kraju cijevi za plin će biti postavljena glava bunara. Ovo će omogućiti operateru deponije da mjeri količinu i kvalitet plina. Glave bunara će biti priključene na plinsku cijev koja prenosi plin prema baklji ili generatoru električne energije. U zavisnosti od količine i kvaliteta plina koji se prikuplja horizontalnim bunarima za otplinjavanje može se izabrati odgovarajuća opcija za kontrolu plina, pasivna ventilacija, spaljivanje ili proizvodnja električne energije.

Drugi sistem za prikupljanje plina iz ovog područja biće izgrađen paralelno sa aktivnostima odlaganja otpada na deponiji. Predlaže se izgradnja vertikalnih bunara za otplinjavanje na novom donjem brtvenom sloju. Na vrhu bunara za otplinjavanje će biti postavljena glava bunara. Ovo će omogućiti operateru deponije da mjeri količinu i kvalitet plina. Glave bunara će biti priključene na glavnu transportnu plinsku cijev koja transportuje plin prema baklji ili generatoru električne energije. U zavisnosti od količine i kvaliteta plina prikupljenog vertikalnim sistemom bunara za otplinjavanje, može se izabrati odgovarajuća opcija za kontrolu plina, proizvodnja električne energije, spaljivanje ili pasivna ventilacija. Na osnovu prognoze proizvodnje plina, biti će dovoljno plina za korištenje na postojećem generatoru električne energije.

4.6 Pomoćni objekti i infrastruktura

Neće se graditi dodatni pomoćni objekti i infrastruktura (kao što su kanalizacija, vodovod, električna energija, itd.). Koristiće se postojeći objekti i infrastruktura Regionalnog centra za upravljanje otpadom.

4.7 Završna situacija deponije

Preporučuje se postavljanje privremene prekrivke prije postavljanja završne prekrivke. Nakon vremenskog perioda potrebnog za slijevanje otpada može se postaviti završna prekrivka. Preporučeni sistem gornje prekrivke će najviše zavisiti od stvaranja procjernih voda koje će se zabilježiti nakon prestanka rada aktivne deponije.

- › Konstrukcija završne vodonepropusne ili polupropusne gornje prekrivke. Vodonepropusna gornja prekrivka je projektovana u skladu sa zahtjevima EU direktiva i sastoji se od sljedećih slojeva:
 - › Izravnavajući sloj privremenog materijala prekrivke - 30 cm;

- › Sloj za otplinjavanje (sloj za drenažu plina – šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Postavljanje horizontalnih cijevi za drenažu plina PEHD $\Phi 90$;
- › Geotekstil 1,200 g/m²;
- › PEHD folija ($k = 1,0 \times 10^{-9}$ m/s) - 1,5 mm¹¹;
- › Geotekstil 1,200 g/m²;
- › Sloj za drenažu infiltrirane vode (šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Postavljanje drenažnih cijevi PEHD $\Phi 90$ na dnu nagiba i šahtova za monitoring i održavanje;
- › Geotekstil 300 g/m²;
- › Zaštitni sloj (materijal tla $k < 1,0 \times 10^{-6}$ m/s) - 80 cm;
- › Gornji sloj tla - rekultivacijska prekrivka (tlo) - 20 cm;
- › Zaštitna prekrivka (trava i grmlje).
- › Polupropusna gornja prekrivka se sastoji od sljedećih slojeva (odozdo prema gore):
 - › Izravnavajući sloj privremenog materijala prekrivke - 30 cm;
 - › Sloj za otplinjavanje (sloj za drenažu plina – šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Postavljanje horizontalnih cijevi za drenažu plina PEHD $\Phi 90$;
 - › Geotekstil 300 g/m²;
 - › Zaštitni sloj (materijal tla $k < 1,0 \times 10^{-6}$ m/s) - 80 cm;
 - › Gornji sloj tla - rekultivacijska prekrivka (tlo) - 20 cm;
 - › Zaštitni sloj (trava i grmlje).

Konačni oblik deponije će, kada se završi i prekrije, imati maksimalni nagib od 1:3 na obodnim stranama deponije i nagib do 1:10 na vrhu deponije.

Nagib od sjevera prema jugu na vrhu završene i zatvorene deponije je dugačak (oko 260 m) i očekuje se površinska erozija te je potrebno održavanje površine u prvim godinama nakon zatvaranja deponije.

¹¹ Kao opcija za vodonepropusnu prekrivku može se u sklopu Glavnog projekta razmotriti ugradnja dodatnog glinenog geosintetičkog sloja – 5-7 mm (bentonit) ukoliko je stabilnost prekrivke upitna. Ovo bi iziskivalo dodatne troškove od cca 20 KM/m²

5 Operativni aspekti i aspekti održavanja

Da bi se održao i produžio životni vijek deponije kao i da bi se održalo dobro stanje zatvorene deponije, trebalo bi provesti odgovarajuće radnje i upravljanje aktivnostima odlaganja otpada kao i mjere nakon zatvaranja. Efikasno upravljanje procesom odlaganja otpada će imati pozitivan uticaj na proces razgradnje i stabilizacije otpada, kao i na poboljšanje kvaliteta procjednih voda i plina.

5.1 Operativni aspekti i aspekti održavanja aktivne deponije

Proces odlaganja otpada uključuje sve aktivnosti potrebne za pravilan i siguran rad deponije. Upravljanje aktivnostima odlaganja otpada treba uključivati praćenje dolaznog otpada, sprečavanje zagađenja okoliša, planiranje zatvaranja i aktivnosti nakon zatvaranja, te zaštitu zdravlja i sigurnosti radnika i građana.

5.1.1 Upravljanje radovima na deponiji

Upravljanje radom deponije može se sažeti u sljedeće stavke:

- Kontrola i dokumentovanje ulaznog otpada (količina otpada, vrsta otpada, izvor otpada, definisanje područja na deponiji gdje se otpad odlaže, itd.);
- Uspostaviti geodetski nadzor nad deponijom. Periodične geodetske snimke područja odlagališta otpada kako bi se odredila prosječna gustina otpada za godinu. Ove informacije mogu pomoći u određivanju efikasnosti radnji odlaganja otpada. Snimke treba da budu sa tačnosti od 0,5 metara ili manje ako je moguće;
- Odlaganje otpada u slojevima visine od 1 do 2 m i kompaktiranje. Kompaktor bi trebao da pređe odloženi otpad najmanje 4 puta. Deblji slojevi otpada će rezultirati manjim gustinama i manjim ukupnim zbijanjem;
- Otpad treba da se postavi na ravnu površinu deponije ili da se deponuje i gurne nagore, a ne niz padinu, prije zbijanja;

- Dnevnu prekrivku treba nanijeti na gornju plohu radnog područja na kraju dana i definitivno u neaktivnom području nanijeti drugi sloj pokrovnog tla. Time će se smanjiti stvaranje procjednih voda i zagađenje oborinskih voda procjednim vodama;
- Aktivna dnevna površina za odlaganje otpada treba da bude što je moguće manja, ali dovoljno velika da se visina otpada zadrži u gore navedenom rasponu. Područje mora biti pripremljeno prije odlaganja otpada. To će povećati zbijanje, smanjiti stvaranje procjednih voda i kontrolisati odvodnju oborinskih voda;
- Procjedne vode ne bi trebale proticati izvan granica područja deponije oivičenog geomembranom i trebale bi se prikupljati za tretman i odlaganje. Predloženi načini da se smanji količina procjednih voda i osigura njihov prihvata su: korištenje nasipa za preusmjeravanje toka, smanjenje pritiska deponijskog plina, češće prekrivanje otpada, osiguranje uklanjanja procjednih voda iz deponije i preusmjeravanje oborinske vode iz nepokrivenog otpada;
- Izgradnja pristupnih puteva na samom odlagalištu, npr. upotrebom inertnog građevinskog otpada ili krupnog šljunka;
- Da bi se sprovele aktivnosti upravljanja deponijama, važno je da se koriste odgovarajuće vrste opreme ili mašina. Izbor mašine treba da se zasniva na tipu otpada koji se prima na deponiju i potrebnom stepenu zbijenosti. Proces odabira treba da uzme u obzir i zatvaranje lokacije i njeno korištenje nakon zatvaranja kako bi se mogla preduzeti odgovarajuća mjera;
- Na gradilištu se moraju uspostaviti procedure za sigurnost na radu kako bi se spriječile bilo kakve nezgode. Pravilno upravljanje mjerama sigurnosti mora se provesti kako bi se osiguralo sigurno i zdravo radno okruženje za operatore.
- Neophodno je da se pravilno upravlja radom deponije kako bi se zaštitio okoliš, kao i da se upravlja otpadom, procjednim vodama i deponijskim plinom i da se minimizira njihov negativan uticaj.
- Moraju se poduzeti aktivnosti monitoringa, posebno monitoringa procjednih voda, otpadnih voda i deponijskog plina.

5.1.2 Upravljanje procjednim vodama

Procjedne vode nastaju od padavina, površinskog izlivanja iz susjednih područja, tekućina koje se odlažu u tijelo deponije i raspadanja organskog materijala u samom otpadu. Kako se procjedna voda formira i prolazi kroz otpad, organska i neorganska jedinjenja se otapaju i zadržavaju u procjednoj vodi. Ako se ne sakupljaju i ne tretiraju, procjedne vode mogu migrirati sa mjesta nastanka i kontaminirati tlo, podzemne vode i površinske vode.

Sakupljena procjedna voda se obično tretira biološkim, hemijskim ili membranskim metodama (ili kombinacijom nekoliko njih). Nakon zatvaranja, i ako su zaštitni sistemi dobro projektovani, izgrađeni i održavani, količina procjednih voda će se smanjiti vremenom i njen kvalitet će se promijeniti, postajući manje štetan.

5.1.3 Upravljanje deponijskim plinom

Sistem za sakupljanje i upravljanje deponijskim plinom treba da bude projektovan na osnovu količine stvaranja plina. Može biti pasivan (sakupljanje plina i ispuštanje u atmosferu) ili aktivni sistem prikupljanja. Sljedeće su razmatranja koja treba uzeti u obzir za sakupljanje i upravljanje deponijskim plinom:

- Cjevovod cijelog sistema za sakupljanje mora biti prilagođen odgovarajućim nagibima koji su dovoljni da spriječe nakupljanje tekućina i osiguraju odvod u posude i/ili filter za kondenzat. Preporučuje se da cjevovodi budu osigurani nosačima kako bi se spriječilo prekomjerno kretanje uslijed promjene temperature.
- Međusobno povezane cijevi treba da budu projektovane tako da omoguće kretanje, jer se PEHD cijev širi i skuplja s promjenama temperature. Čvrsti spojevi moraju biti projektovani s odgovarajućim nosačima kako bi se spriječio kvar.
- Bentonitne ili geosintetičke brtve bunara moraju biti instalirane oko svih bunara za ekstrakciju deponijskog plina kako bi se spriječilo prodiranje zraka ili curenje deponijskog plina oko kućišta bunara na površini bunara. Postavljanje konusne brtve od tla oko kućišta bunara pomaže u sprječavanju ulaska oborinskih voda u bunar i ograničava ulazak zraka i emisiju deponijskog plina.
- Glava bunara mora biti projektovana da obezbijedi priključke za praćenje kvaliteta deponijskog plina i praćenje protoka deponijskog plina. Pored toga, glava bunara mora biti opremljena odgovarajućim ventilom za kontrolu vakuumu na bunaru.
- Procjedne vode koje se ispuštaju moraju biti udaljene od područja bunara kako bi se spriječilo prodiranje procjednih voda kroz materijal prekrivke.
- Bočne stijenke bunara moraju biti nagnute od bunara kako bi se omogućio slobodan protok plina. Ako to nije moguće, onda glave bunara moraju biti projektovane da omoguće protok tekućine u bunar izbjegavajući nakupljanje kondenzata u niskim tačkama.
- Kontrolni ventil mora biti instaliran u svim posudama za kondenzat kako bi se spriječio ulazak zraka kada nema tekućine u posudi za kondenzat.
- Posude i/ili filter za kondenzat treba instalirati da bi se tečnosti ispustile iz niskih tačaka duž glavne transportne cijevi.
- Instalacija izolacionih ventila na ključnim lokacijama u sistemu će omogućiti da se određeni dijelovi sistema isključe bez isključivanja cjelokupnog sistema za sakupljanje plina radi popravke ili održavanja.

5.1.4 Upravljanje oborinskim vodama

Upravljanje oborinskim vodama je ključno pitanje kako bi se smanjila erozija i procjedne vode nastale prodiranjem oborinskih voda kroz sistem prekrivke. Važno je da je zatvorena deponija projektovana sa adekvatnim nagibima i kanalima (jarci, kanali, itd.) kako bi se izbjegla akumulacija vode i prekomjerna erozija.

5.1.5 Revegetacija lokacije i dugoročno upravljanje

Za osiguranje rasta vegetacije u lokalnim klimatskim uslovima najbolje je da se ponovo obnovi vegetacija na zatvorenoj deponiji sa lokalnom vegetacijom i biljnim vrstama.

Dugoročne aktivnosti upravljanja zatvorenom površinom treba da uključe nadgledanje i rješavanje mogućih problema zbog potencijalnog slijeganja, promatranje stabilnosti kosina, košenje trave najmanje dva puta godišnje, probleme erozije ili oštećenja sistema upravljanja površinskim vodama, monitoring bunara podzemnih voda i održavanje plinskog sistema i dr.

Prilikom projektovanja sistema završne prekrivke treba procijeniti slijeganje, jer ono može uticati na upravljanje i kontrolu površinskim vodama. Obično se završna prekrivka slegne do 10% od konačne debljine otpada, ali je u ovisnosti o načinu zbijanja otpada i gustine otpada. Završni nagib treba da bude projektovan sa maksimalnim padom od 1V:3H ili 33%.

5.2 Operativni aspekti i aspekti održavanja za dio deponije sa gornjim brtvenim slojem

Aktivnosti funkcionisanja i održavanja (ili briga nakon zatvaranja) moraju se obavljati nakon zatvaranja deponije sve dok deponija više ne predstavlja prijetnju za ljudsko zdravlje i okoliš. Mnogi propisi zahtijevaju da je minimalni period brige nakon zatvaranja od 25 do 30 godina, ali period brige nakon zatvaranja može biti kraći ili duži i treba da se nastavi sve dok se otpad ne stabilizuje i ne postane inertan, tako da nema stvaranja procjernih voda i/ili plina ili dok se vrijednosti parametra kvaliteta ne smanje ispod referentnih vrijednosti i ne predstavljaju opasnost za ljudsko zdravlje i okoliš.

Cilj funkcionisanja i održavanja nakon zatvaranja je:

- › Održavati funkcionisanje sistema prekrivke kroz redovne inspekcije i procjene njenog slijeganja, erozije, stabilnosti kosina i uslova vegetacijskog pokrova;
- › Održavati funkcionisanje odvoda površinskih voda;
- › Rukovati, nadzirati i održavati sistem za upravljanje procjernim vodama, kontrola deponijskog plina i bunara, te bunara za monitoring podzemnih voda i uzorkovanje vodotoka (ako postoje);
- › Pratiti i održavati mjere zaštite okoliša.

Pristup sistemima za monitoring i kontrolu zatvorenog objekta mora biti zaštićen i ograničen samo na ovlašteno osoblje.

5.2.1 Praćenje stanja na deponiji

Čak i dugo nakon završetka odlaganja otpada, proces razgradnje otpada će se nastaviti. Procjedne vode i deponijski plin i dalje će se proizvoditi. Upravljanje objektima deponije mora se nastaviti čak i nakon zatvaranja deponije kao i tokom faze korištenja zemljišta nakon zatvaranja.

Monitoring procjernih voda: Procjedne vode su glavna emisija deponije. Ako postoji sistem sakupljanja procjernih voda, za projektovanje i rad postrojenja za tretman neophodna su periodična

mjerenja kvaliteta i količine procjednih voda. Pored toga, kvalitet procjednih voda jasno pokazuje fazu razgradnje deponije.

Monitoring deponijskog plina: Praćenje deponijskog plina treba da se sprovodi sve dok se ne bude smatralo da nivoi plina nemaju veći uticaj na okolinu. Preporučuje se mjerenje deponijskog plina kako bi se izbjegle eksplozije, projektovao sistem za sakupljanje deponijskog plina i izračunale potencijalne koristi od korištenja plina. Mjerenje mora biti reprezentativno za svaki dio deponije. Uzorci plina se mogu izvaditi iz plinskog sistema.

Monitoring podzemnih voda i površinskih voda. Mjerenje podzemnih voda mora pružiti informacije o podzemnim vodama koje bi mogle biti pogođene odlaganjem otpada. Monitoring površinskih voda će se vršiti na najmanje dva mjesta u rijeci, jedan uzvodno od deponije i jedan nizvodno.

Podaci o tijelu deponije (vrsta otpada, visina, zapremina i sl.). Podaci o tijelu deponije moraju se prikupljati kontrolom ulaza (vrsta i masa isporučenog otpada) i da to vrši osoblje deponije za vrijeme rada. Područje deponije može se spustiti uslijed razgradnje i zbijanja otpada tokom procesa truljenja. Uslove i nivoe tla treba periodično pratiti i mjeriti kako bi se utvrdilo stanje i stopa slijeganja deponije.

Sljedeća tabela prikazuje preporuke o učestalosti uzorkovanja, koje su date u Prilogu III Direktive EZ o odlagalištima otpada. Direktiva sadrži više detalja o učestalosti uzorkovanja i daje dodatne savjete o parametrima koje treba mjeriti i supstancama koje treba analizirati.

Tabela 4 Praćenje stanja na deponiji – učestalost uzorkovanja

Broj	Sredstvo	Učestalost uzorkovanja	
		Faza funkcionisanja	Faza nakon zatvaranja
1	Procjedne vode		
1.1	Količina procjednih voda	mjesečno	svakih šest mjeseci
1.2	Kvalitet procjednih voda	kvartalno	svakih šest mjeseci
2	Površinske vode		
2.1	Količina površinskih voda	kvartalno	svakih šest mjeseci
2.2	Kvalitet površinskih voda	kvartalno	svakih šest mjeseci
3	Deponijski plin		
3.1	Potencijalne emisije plina	mjesečno	svakih šest mjeseci
4	Podzemne vode		
4.1	Nivo podzemnih voda	svakih šest mjeseci	svakih šest mjeseci
4.2	Kvalitet podzemnih voda	specifično za lokaciju	specifično za lokaciju
5	Podaci o tijelu deponije		
5.1	Struktura i sastav	godišnje	
5.2	Slijeganje tijela deponije	godišnje	godišnje

5.2.2 Održavanje deponije

Nakon zatvaranja, mora se pokrenuti redovni program inspekcije i održavanja kako bi se održao integritet deponije. Inspekcija mora uključivati procjenu:

- Gornjeg brtvenog sloja deponije uz napomenu o bilo kakvoj značajnoj eroziji, pucanju, slijeganju ili curenju;
- Gornjeg brtvenog sloja deponije za otkrivanje uticaja divljih životinja ili glodara;
- Kanala površinskog oticanja;

- Komponenti sistema za prikupljanje procjednih voda i plina.

Izvještaji o inspekciji treba da utvrde da li su potrebne aktivnosti održavanja. Očekuje se da će se inspekcije vršiti mjesečno u prvoj godini, a kvartalno tokom narednih godina.

5.2.3 Korištenje deponije

Ne postoje planovi za moguće korištenje deponije nakon zatvaranja. Deponija će biti pokrivena vegetacijom i uklopljena sa okolnim pejzažom koliko god je to moguće. Na završenoj površini deponije ne planira se izgradnja zgrada ili objekata.

6 Procjena troškova

6.1 Procjena troškova za zatvaranje dijela deponije

Procjena troškova za radove na zatvaranju deponije opisane u prethodnim odjeljcima za tri razmatrane opcije prikazane su u narednim tabelama.

Tabela 5 Procjena troškova za zatvaranje dijela deponije– Opcija 1

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	117000	1	117000	58500
2	Zaravnanje i sabijanje otpada buldožerom	m ²	117000	2	234000	117000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispustom u obližnje prijemne vode.	m ³	1000	50	50000	25000
4	Ugradnja gornjeg vodonepropusnog gornjeg sloja (područje 1 i 2):					
	Sloj za drenažu plina	m ²	74000	5	370000	185000
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	74000	6,5	481000	240500
	Dvostrano hrapava PEHD 1.5 mm	m ²	74000	13	962000	481000
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	74000	6,5	481000	240500
	Drenažni sloj	m ²	74000	5	370000	185000
	Lagani netkani geotekstil, 300 g/m2	m ²	74000	5	370000	185000
	Zaštitni sloj, 80 cm	m ²	74000	6	444000	222000
	Gornji sloj tla, 20 cm	m ²	74000	4	296000	148000
5	Ugradnja polupropusnog gornjeg sloja (područje 3):					
	Sloj za drenažu plina	m ²	43000	5	215000	107500
	Lagani netkani geotekstil, 300 g/m2	m ²	43000	5	215000	107500
	Zaštitni sloj, 80 cm	m ²	43000	6	258000	129000

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Procjena troškova (KM)	EUR
	Gornji sloj tla, 20 cm	m ²	43000	4	172000	86000
6	Sadnja grmlja/trave na završnoj prekrivci	m ²	117000	3	351000	175500
Ukupni procijenjeni troškovi					5.386.000	2.693.000

Tabela 6 Procjena troškova za zatvaranje dijela deponije – Opcija 2

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	117000	1	117000	58500
2	Zaravnanje i sabijanje otpada buldožerom	m ²	117000	2	234000	117000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispuštom u obližnje prijemne vode.	m ³	1000	50	50000	25000
4	Ugradnja vodonepropusnog gornjeg sloja (Područje 1):					
	Sloj za drenažu plina	m ²	44000	5	220000	110000
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	44000	6,5	286000	143000
	Dvostrano hrapava PEHD 1.5 mm	m ²	44000	13	572000	286000
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	44000	6,5	286000	143000
	Drenažni sloj	m ²	44000	5	220000	110000
	Lagani netkani geotekstil, 300 g/m2	m ²	44000	5	220000	110000
	Zaštitni sloj, 80 cm	m ²	44000	6	264000	132000
	Gornji sloj tla, 20 cm	m ²	44000	4	176000	88000
5	Ugradnja polupropusnog gornjeg sloja (Područje 2 i 3):					
	Sloj za drenažu plina	m ²	73000	5	365000	182500
	Lagani netkani geotekstil, 300 g/m2	m ²	73000	5	365000	182500
	Zaštitni sloj, 80 cm	m ²	73000	6	438000	219000
	Gornji sloj tla, 20 cm	m ²	73000	4	292000	146000
6	Sadnja grmlja/trave na završnoj prekrivci	m ²	117000	3	351000	175500
Ukupni procijenjeni troškovi					4.456.000	2.228.000

Tabela 7 Procjena troškova za zatvaranje dijela deponije – Opcija 3

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	117000	1	117000	58500
2	Zaravnanje i sabijanje otpada buldožerom	m ²	117000	2	234000	117000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispuštom u obližnje prijemne vode.	m ³	1000	50	50000	25000
4	Ugradnja vodonepropusnog gornjeg sloja (Područje 1, 2 i 3):					
	Sloj za drenažu plina	m ²	117000	5	585000	292500

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Procjena troškova (KM)	EUR
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	117000	6,5	760500	380250
	Dvostrano hrapava PEHD 1.5 mm	m ²	117000	13	1521000	760500
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	117000	6,5	760500	380250
	Drenažni sloj	m ²	117000	5	585000	292500
	Lagani netkani geotekstil, 300 g/m2	m ²	117000	5	585000	292500
	Zaštitni sloj, 80 cm	m ²	117000	6	702000	351000
	Gornji sloj tla, 20 cm	m ²	117000	4	468000	234000
5	Sadnja grmlja/trave na završnoj prekrivci	m ²	117000	3	351000	175500
Ukupni procijenjeni troškovi					6.719.000	3.359.500

Tabela 8 Tabela Procjena troškova za zatvaranje dijela deponije – Opcija 4

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	117000	1	117000	58500
2	Zaravnanje i sabijanje otpada buldožerom	m ²	117000	2	234000	117000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispuštom u obližnje prijemne vode.	m ³	1000	50	50000	25000
4	Ugradnja polupropusnog gornjeg sloja (Područje 1, 2 i 3):					
	Sloj za drenažu plina	m ²	117000	5	585000	292500
	Lagani netkani geotekstil, 300 g/m2	m ²	117000	5	585000	292500
	Zaštitni sloj, 80 cm	m ²	117000	6	702000	351000
	Gornji sloj tla, 20 cm	m ²	117000	4	468000	234000
5	Sadnja grmlja/trave na završnoj prekrivci	m ²	117000	3	351000	175500
Ukupni procijenjeni troškovi					3.092.000	1.546.000

6.2 Procjena troškova za razvoj izgradnje aktivne deponije

Procjena troškova radova na izgradnji plohe deponije prikazana je u tabeli ispod.

Tabela 8 Procjena troškova za izgradnju deponije

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena (KM)	Procjena troškova (KM)	EUR
1	Priprema površine buldožerom/rovokopačem	m ²	116.000	1	116000	58.000
2	Zaravnanje i sabijanje otpada buldožerom	m ²	116.000	1	116000	58.000
3	Iskopavanje obodnih kanala za odvodnju površinskih voda dubine 1,0 m, sa ispuštom u obližnje prijemne vode kroz okno za monitoring.	m ³	2.000	50	100000	50.000
4	Ugradnja drenaže procjednih voda	m	1.600	120	192000	96.000

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena (KM)	Procjena troškova (KM)	EUR
5	Ugradnja bunara za praćenje plina u tijelo otpada	komad	64	2000	128000	64.000
6	Ugradnja vodonepropusnog donjeg brtvenog sloja (novi dio deponije): 0.2m izravnavajući sloj + GCL - bentonit 5-7 mm + PEHD 1.5mm + geotekstil + drenažni sloj (šljunak), t = 0,5 m					
	Sloj za drenažu plina, 20 cm	m ²	116.000	12.5	1.450.000	725.000
	GLC –sloj bentonita, 5-7 mm	m ²	116.000	20	2.320.000	1.160.000
	Dvostrano hrapava PEHD 1.5 mm	m ²	116.000	13	1.508.000	754.000
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	116.000	6.5	754.000	377.000
	Drenažni sloj, 50 cm	m ²	116.000	5	580.000	290.000
7	Ugradnja vodonepropusne završne prekrivke (plohe 2 i 1):					
	Sloj za drenažu plina	m ²	151000	5	755000	377500
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	151000	6,5	981500	490750
	Dvostrano hrapava PEHD 1.5 mm	m ²	151000	13	1963000	981500
	Tkani geotekstil, 1200 g/m2	m ²	151000	6,5	981500	490750
	Drenažni sloj	m ²	151000	5	755000	377500
	Lagani netkani geotekstil, 300 g/m2	m ²	151000	5	755000	377500
	Zaštitni sloj, 80 cm	m ²	151000	6	906000	453000
	Gornji sloj tla, 20 cm	m ²	151000	4	604000	302000
8	Sadnja grmlja/trave na završnoj prekrivci	m ²	151000	3	453000	226500
Ukupni procijenjeni troškovi					15418000	7709000

6.3 Preliminarna procjena operativnih troškova i troškova održavanja

Tabela 9 Godišnji troškovi naknadne zaštite

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena (KM)	Procjena troškova (KM)	Procjena troškova (EUR)
1	Troškovi tretmana procjednih voda – Opcija 1	m3	84200	5	421.000	842.000
	Troškovi tretmana procjednih voda – Opcija 2	m3	88.300	5	441.500	883.000
	Troškovi tretmana procjednih voda – Opcija 3	m3	80.700	5	403.500	807.000
	Troškovi tretmana procjednih voda – Opcija 4	m3	95.900	5	479.500	959.000
2	Funkcionisanje i održavanje opreme za deponijski plin	paušalno	1	50000	50000	25000
3	Monitoring i izvještavanje o kvalitetu vode. Svaki šest mjeseci	kom	2	2000	4000	2000
4	Monitoring i izvještavanje o sistemu prikupljanja deponijskog plina. Svaki šest mjeseci	kom	2	2000	4000	2000
5	Pregled i održavanje sistema za površinsko oticanje vode. Čišćenje kanala i košenje trave	paušalno	1	20000	20000	10000

Br.	Aktivnost	Jedinica	Količina	Jedinična cijena (KM)	Procjena troškova (KM)	Procjena troškova (EUR)
6	Pregled i održavanje sistema za sakupljanje procjednih voda	paušalno	1	50000	50000	25000
7	Inspekcija i održavanje gornjeg brtvenog sloja deponije. Košenje trave i druge vegetacije.	ha	27,4	2000	47800	23900
Ukupni procijenjeni operativni troškovi i troškovi održavanja – Opcija 1					603.800	1.015.600
Ukupni procijenjeni operativni troškovi i troškovi održavanja – Opcija 2					624.300	1.056.600
Ukupni procijenjeni operativni troškovi i troškovi održavanja – Opcija 3					586.300	980.600
Ukupni procijenjeni operativni troškovi i troškovi održavanja – Opcija 4					662.300	1.132.600

7 Zaključak i preporuke

Na osnovu zaključaka a analize koja je izvršena u okviru Preliminarne studije izvodljivosti i Idejnog rješenja, moguće je donijeti sljedeće zaključke i preporuke:

U vezi zatvaranja dijela deponije:

- › Zatvaranje nožičnog i centralnog dijela deponije kombinacijom polupropusnog i nepropusnog završnog sloja će imati pozitivan efekat na smanjenje nastanka procjednih voda i opće stanje deponije. Ukupna površina predviđena za zatvaranje je oko 11,7 ha, podijeljeno u tri dijela (Dio 1 površine 4,4 ha, dio 2 površine 3ha i dio 3 površine 4,3 ha). Razmatrane su četiri opcije za zatvaranje dijela deponije. U opciji 1 predviđeno je zatvaranje dijela 1 i 2 (ukupne površine 7,3 ha) sa nepropusnim slojem, a dijela 3 (4,3 ha) sa polupropusnim slojem. U okviru opcije 2, Dio 1 (4,4 ha) je planiran za pokrivanje sa nepropusnim slojem,a dio 2 i 3 (ukupno 7,3 ha) sa polupropusnim slojem. Opcija 3 podrazumijeva zatvaranje dijela 1, 2 i 3 (ukupno 11,7 ha) sa nepropusnim slojem. Opcija 4 podrazumijeva zatvaranje dijela 1, 2 i 3 (ukupno 11,7 ha) sa polupropusnim slojem.
- › Nakon analize postojećeg drenažnog sistema procjednih voda, te analizom dostupnih podataka o klimi (padavine, temperatura), kvaliteti i protoku procjednih voda, konsultant je izradio model procjednih voda koji izračunava uticaj zatvaranja različitih dijelova deponije na nastanak procjednih voda:
 - › Ukupna količina procjednih voda u trenutnim uslovima (bez zatvaranja) je $Q = 3,46$ l/s i procijenjena količina procjednih voda koja dolazi sa površine koja je predviđena za zatvaranje iznosi 0,9 l/s.
 - › U slučaju opcije 1, zatvaranje dijela 1 i 2 (ukupne površine 7,3 ha) sa nepropusnim slojem, a dijela 3 (4,3 ha) sa polupropusnim slojem, prosječna količina procjednih voda će se smanjiti sa 0,9 l/s na 0,11 l/s, odnosno 0,79 l/s ili 88%. Ukoliko se u obzir uzme cjelokupna količina procjednih voda (zajedno baznim protokom), protok procjednih voda će se smanjiti na 2,67 l/s, odnosno 23% u odnosu na postojeću situaciju.
 - › U slučaju opcije 2, zatvaranje područja 1 (4,4 hektara) nepropusnim slojem i područja 2 i 3 (ukupno 7,3 hektara) polupropusnim slojem, nastanak procjednih voda će se smanjiti sa 0,90 l/s na 0,24 l/s što daje smanjenje od 0,66 l/s ili 73%, a ako se gleda ukupno smanjenje (uključujući i bazni protok) ono će biti sa 3,46 l/s na 2,80 l/s, odnosno 19%.

- › U slučaju opcije 3, zatvaranje dijela 1, 2 i 3 (ukupno 11,7 ha) sa nepropusnom završnom pokrivanjem, protok procjednih voda će se smanjiti 100%, odnosno u slučaju razmatranja ukupnog protoka (uključujući i bazni tok) procjednih voda, smanjenje će iznositi 26% (sa 3,46 l/s na 2,56 l/s)
- › U slučaju opcije 4, zatvaranje dijela 1, 2 i 3 (ukupno 11,7 ha) sa polupropusnom završnom pokrivanjem, protok procjednih voda će se smanjiti za 0,42 l/s ili 47% u odnosu na procjedne vode iz plohe 3, odnosno u slučaju razmatranja ukupnog protoka (uključujući i bazni tok) procjednih voda, smanjenje će iznositi 12% (sa 3,46 l/s na 3,04 l/s)
- › Kako bi se produkcija procjednih voda svela na minimum, potrebno je riješiti tri glavna problema. Prvo od njih je zatvaranje odlagališta završnom prekrivanjem. Zatvaranjem odlagališta sa nepropusnom pokrivanjem infiltracija padavina će se smanjiti gotovo na nulu. To će imati pozitivan efekat na nastajanje procjednih voda sa visokom koncentracijom polutanata. Moguća infiltracija ne zagađene vode iz okolnih područja u drenažni sistem procjednih voda će uticati na ukupnu količinu procjednih voda, dok će koncentracija polutanata biti smanjena zbog razrjeđivanja, obzirom da pomenuta voda ne prolazi kroz tijelo deponije. Drugi problem koji je potrebno riješiti jeste odvajanje procjednih voda novog dijela deponije od postojećeg drenažnog sistema procjednih voda. Na taj se način procjedne vode mogu odvojeno sakupljati u laguni, te se može vršiti njihova recirkulacija ili se procjedne vode mogu tretirati na postrojenju za tretman na kojem će se tretirati procjedne vode sa ostalog dijela deponije ili se može uspostaviti novi tretman. Na taj način postrojenje za tretman procjednih voda sa trenutne deponije ne mora biti opterećeno dodatnom procjednom vodom. Treće pitanje koje treba razmotriti i istražiti je moguća infiltracija ili mjesta ulijevanja u drenažne sisteme procjednih voda kako bi se smanjila količina baznog toka. Stoga se predlaže provođenje detaljne hidrogeološka analize, prije izrade glavnog projekta.
- › Kada je u pitanju finansijski aspekt ponuđenih opcija, Opcija 3 je najskuplja obzirom da su prosječni troškovi procijenjeni na oko 6.700.000 BAM (oko 3.350.000 €), ali ujedno sa najvećim uticajem na smanjenje procjednih voda. Opcija 4 je najmanje zahtjevnja u finansijskom smislu sa troškovima od oko 3.092.000 BAM (oko 1.546.000 €), međutim i najmanje efikasna u smislu smanjenja nastanka procjednih voda. Troškovi opcije 1 su procijenjeni na oko 5.400.000 BAM (oko 2.700.000 €). Procijenjene uštede operativnih troškova (trošak izražen po kubiku procjedne vode je 5 BAM – 2,5 €) pri radu postrojenja za tretman procjednih voda za opciju 1 iznosi 125.000 BAM (oko 63.000 €), za Opciju 2 oko 105.000 BAM (oko 53.000 €), za opciju 3 oko 142.000 BAM (oko 71.000 €), a za opciju 4 oko 66.000 BAM (33.000 €). Procijenjena razlika troškova između opcije 2 i 3 iznosi 2.200.000 BAM (oko 1.100.000 €), a razlika u operativnim troškovima rada postrojenja za tretman procjednih voda je oko 37.000 BAM (18.500 €) ukoliko se uzme da ti troškovi iznose 5 BAM – 2,5 € po kubnom metru procjedne vode su operativni troškovi . Usporedbom opcije 1 i opcije 3 razlika u investiciji za aktivnost zatvaranja dijela odlagališta iznosi oko 1.300.000 BAM (oko 650.000€), dok razlika operativnih troškova u radu postrojenja za tretman procjednih voda na godišnjoj osnovi iznosi 17.000 BAM (8.500€).
- › Opcija 3 je najskuplja od svih predloženih rješenja, ali i sa najvećim uticajem kada je u pitanju smanjenje nastanka procjednih voda. Opcija 4 je najjeftinija, opcija ali sa najmanje učinka u smislu smanjenja nastanka procjednih voda.
- › Sljedeća tabela prikazuje pregled dobijenih rezultata zatvaranja deponije prema razmatranim opcijama, procentualne vrijednosti smanjenja procjednih voda i visinu ukupnih investicionih i operativnih troškova.

Opcija	Troškovi za zatvaranje (KM)	Smanjenje procjednih voda za Plohu 3 (%)	Ukupno smanjenje procjednih voda (%)	Godišnje uštede na tretmanu procjednih voda (KM/god)
Opcija 1	5.386.000	88%	23%	125.000
Opcija 2	4.456.000	73%	19%	105.000
Opcija 3	6.719.000	100%	26%	142.000
Opcija 4	3.092.000	47%	12%	66.000

- › Kao što se može zaključiti iz prethodne tabele veliki utjecaj na količinu procjednih voda imaju vanjske vode (prema procjeni ukupno 2 izvorišta ispod tijela deponije). Prema tome preporuka je da se u okviru izrade Glavnog projekta zatvaranja deponije predvide adekvatna hidrološka i hidrogeološka istraživanja drenažnih sistema i okolnog terena u cilju tačnog definisanja lokacije podzemnih izvora i kaptiranja istog. Na taj način bi se u velikoj mjeri smanjile količine procjednih voda, a time i smanjili operativni troškovi tretmana.
- › Kolicine procjednih voda prikupljene u kaloti iznose oko 30-40% svih procjednih voda prikupljenih sa deponije.. Osim toga, već ranije je ustanovljeno da je kalota najmanje opterećena organskim matreijama (HPK i BPK5) te stoga postoji realna mogućnosti i ispuštanja ovog ispusta nakon minimalnog tretmana otpadnih voda (primarni) u sistem javne kanalizacije, koji na kraju završava sa gradskim tretmanom. Ipak, ovakav način tretmana ne može da utiče na koncentraciju hlorida, te je za ovakvu odluku potrebno imati posebno odobrenje od strane JKP Vodovod i Kanalizacija Sarajevo, koje upravlja kanalizacijom i postrojenjem za tretman otpadnih voda.¹² Eliminacijom procjednih voda iz kalote moguće je značajno umanjiti troškove tretmana bez obzira na odabir opcije prekrivanja.

Kada je u pitanju buduće proširenje deponije predlaže se:

- › korištenje bentonita kao rješenja za donji brtveni sloj, dodatno ojačano sa 1,5 mm debelom PEHD folijom. Ova opcija je predložena obzirom da će se nova deponija širiti na postojećem starom odlagalištu. Preporučuje se da se cjelokupno područje koje je planirano za proširenje prekrije sa navedenim donjim brtvenim slojem u jednom navratu, ili najviše u dvije faze. Preporučene kosine odlagališta ne bi trebale biti veće od 1:3.

¹² Oslanjajući se na član 8 stav 2, alineja c, Uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Sl. Novine FBiH, 101/15, 1/16, 101/18)¹²

Prilog A Tehnička specifikacija za građevinske radove

APRIL 2019.
IDEJNO RJEŠENJE

PRILOG A – TEHNIČKE SPECIFIKACIJE

SADRŽAJ

1	Uvod	2
1.1	Opšte informacije	2
1.2	Propisi	2
2	Standardi	4
2.1	Tehnički standardi	4
2.2	Skraćenice	4
3	Radovi	6
3.1	Pripremni radovi	6
3.2	Geodetski radovi	7
3.3	Zemljani radovi	7
3.4	Zatvaranje deponije	10
3.5	Ćelije deponije	16
3.6	Cijevi	25
3.7	Putevi i asfaltna područja	29
3.8	Objekti	31
3.9	Pejzaž	31

1 Uvod

1.1 Opšte informacije

Ovaj dokument će biti kompletiran u fazi izvedbenog projekta i uključen u budući tenderski dosije za realizaciju zatvaranja odlagališta i/ili izgradnje deponije zajedno sa Detaljnim tehničkim specifikacijama, Predmjerom radova i crtežima koji će biti pripremljeni na osnovu postojeće preliminarne studije izvodljivosti.

U postojećem nacrtu tehničkih specifikacija definirani su i propisani osnovni zahtjevi u pogledu kvaliteta materijala i izvođenja glavnih radova na zatvaranju odlagališta i/ili izgradnji deponije.

Nacrt tehničkih specifikacija sadrži sljedeće osnovne elemente za odlagališta i/ili deponije:

BiH – Zatvaranje postojećih deponija i/ili izgradnja sanitarnih deponija
Svi vanjski priključci (po potrebi)
Inicijalni zemljani radovi (premještanje otpada na postojećoj deponiji, osnovna regulacija površine itd.)
Prijemna zona
Pristupni put, interni i servisni putevi
Električni radovi (Priključak na glavnu mrežu ili agregat na dizel, vanjska rasvjeta i svi unutrašnji električni radovi u zgradi)
Ćelije deponije (ćelije za novu deponiju) sa geološkom barijerom, vještačkim brtvenim slojem i drenažnim slojem ukupne površine 86,450 m ² uključujući obodni kanal)
Laguna za procjedne vode (1,200) m ²
Konstrukcije (Ograda i kapija, praonica točkova, betonske konstrukcije za prikupljanje procjednih voda itd., sistemi otplinjavanja)
Cjevovodi (cijevi za procjedne vode, odvodni kanali, cjevovodi u prijemnoj zoni, cijevi za plinove i buduće prikupljanje plinova)
Okna za monitoring
Rad odlagališta tokom perioda izgradnje i zatvaranje odlagališta

1.2 Propisi

U Opštim tehničkim specifikacijama definirani su standardi projektovanja, kao i materijali i radovi koje je Izvođač dužan isporučiti.

Tehnička rješenja za građevinske radove u okviru ovog projekta moraju biti izvedena u skladu sa važećim zahtjevima i propisima EU i Bosne i Hercegovine.

Posebna pažnja treba obratiti na sljedeće propise:

Za deponiju:

Propisi BiH kojima se regulira izgradnja deponija i povezani radovi.

U tehničkom smislu projekat treba biti u skladu sa sljedećom zakonskom legislativom:

- > Zakonom o prostornom planiranju i korištenju zemljišta (Službene novine FBiH, br. 48 / 09, 75/09, 93/12, 74/13, 89/14, 99/14 i 53/15)
- > Uredba o određivanju zahvata u prostoru i građevina za koje Federalno ministarstvo prostornog uređenja izdaje urbanističku saglasnost i/ili lokacijsku informaciju (Službene novine FBiH, br. 85/07, 29/08 i 32/14)
- > Uredba o uređenju gradilišta, obaveznoj dokumentaciji na gradilištu i učesnicima u građenju (Službene novine FBiH, br. 48/09, 75/09, 93/12, 74/13, 89/14, 99/14, 53/15)
- > Pravilnik o sadržaju Plana prilagođavanja upravljanja otpadom za postojeća postrojenja za tretman ili odlaganje otpada i aktivnostima koje poduzima nadležni organ Službene novine FBiH, br. 9/05)

U tehničkom smislu, ovaj projekat mora biti u skladu sa sljedećim direktivama EU:

- > Okvirna direktiva o otpadu 2008/98/EZ;
- > Direktiva EU o odlagalištima otpada 1999/31.

Istražni radovi, projektovanje i izgradnja svih konstrukcija, uključujući temelje, puteve, cjevovode itd. mora biti u skladu s ovim posebnim uslovima te u skladu sa odgovarajućim standardima.

2 Standardi

2.1 Tehnički standardi

Opšte tehničke specifikacije pozivaju se na standarde EU i druge međunarodne standarde. Tamo gdje navedenu normu ili standard nije moguće primijeniti, nacionalni standardi i propisi moraju obavezno biti zadovoljeni kao minimum. Drugi međunarodni standardi i propisi mogu se koristiti samo:

- > ako propisuju strožije ili bar jednako stroge uslove kao i odgovarajući nacionalni standardi i propisi, ili
- > ako za određeni slučaj ne postoje nacionalni standardi i propisi.

Primjena drugih zvaničnih standarda kojim se propisuje jednak ili bolji kvalitet u odnosu na standarde i propise korištene u ovom dokumentu moguća je nakon detaljne analize i pismenog odobrenja Inženjera. U tom slučaju Izvođač mora dostaviti sve neophodne informacije u skladu sa uputstvima Inženjera. Inženjer donosi odluku u roku od sedmicu dana nakon prijema tih informacija. Ukoliko Inženjer odluči da standardi i propisi koje je Izvođač predložio ne garantiraju jednak ili bolji kvalitet, Izvođač je dužan primjenjivati standarde i propise navedene u Tenderskom dosijeu.

U slučaju da nacionalne norme i standardi nisu obavezujući ili važeći, električni radovi moraju biti izvedeni u skladu sa zahtjevima posljednjeg izdanja, uključujući aktuelne izmjene i dopune, odgovarajućih ISO-, EN-, DIN standarda, preporuka IEC-a, ili u slučaju da ovi propisi nisu primjenjivi, u skladu sa standardima najbolje prakse i ovim tehničkim specifikacijama.

U slučaju razlika u gorenavedenim zahtjevima, Izvođač je dužan tražiti uputstva od Inženjera.

Ukoliko Izvođač želi dostavljati materijale ili izvoditi radove u skladu sa nekim alternativnim nacionalnim standardom ili međunarodnim specifikacijama, dužan je Inženjeru u pismenoj formi dostaviti detaljan prijedlog sa ovjerenim prevodom na engleski jezik.

2.2 Skraćenice

Značenje skraćenica korištenih u ovom tekstu dato je u tabeli u nastavku.

Skraćenica	Značenje
AC	Naizmjenična struja
ASTM	Američko udruženje za testiranje i materijale (eng. American Society for Testing and Materials)
BAD	Bitumenski asfaltni beton
BD B&H	Brčko distrikt Bosna i Hercegovina
BS	Britanski standard (eng. British Standard)
CEE	Međunarodna komisija za odobravanje električne opreme (fran. Commission Electrotechnique Européenne, eng. International Commission on Rules for the Approval of Electrical Equipment)
DC	Istosmjerna struja
DIN	Deutsche Industrie Norm (Njemački industrijski standard)
DN	Nominalni promjer(može se izraziti kao ϕ)
EZ	Evropska zajednica
EN	Evropski standard
EU	Evropska unija
FIDIC	Međunarodna federacija konsultantskih organizacija
GRP	Poliester ojačan staklenim vlaknima(eng.Glass fibre reinforced polyester)
HDPE	Polietilen visoke gustine (također kao PEHD)
IEC	Međunarodna komisija za elektrotehniku
ISO	Međunarodna organizacija za standardizaciju
MIG	Tehnika za varivanja metala u inertnom gasu (Metal Inert Gas welding technique)
MDD	Maksimalna suha gustoća (eng.Maximum Dry Density)
N/A	Nije primjenljivo
NDT	Ispitivanje bez razaranja (eng.Non-destructive test)
Npr.	Na primjer
PC	Personalni računar
PP	Polipropilen
prEN	Prijedlog evropskog standarda (nacrt) (eng Preliminary European norm (draft))
PVC	Polivinil hlorid (eng Polyvinyl chloride)
rcb	Diferencijalna zaštitna sklopka (eng. Residual-current operated circuit breaker)
UPS	Uređaj za neprekidno napajanje (eng. Uninterruptible power supply)
WPS	Specifikacija postupaka zavarivanja (eng. Welding procedure specification)

3 Radovi

Svi Materijali i Postrojenja koji se isporučuju radi izvođenja Trajnih radova iz ugovora moraju biti novi proizvodi. Polovni Materijali i Postrojenja se ne prihvataju.

Tamo gdje je to neophodno za izvođenje radova, Izvođač je dužan pripremiti detaljne crteže, detaljne radioničke crteže i detaljne radioničke terminske planove, uključujući plan i program savijanja šipki, koje dostavlja Inženjeru na odobrenje.

Arhitektonski i građevinski nacrti i specifikacije za radove moraju biti uskladu sa dobrom nacionalnom praksom za dokumente za građenje/montažu/izvođenje, a sve eventualne naknadne radioničke crteže i detalje i/ili terminske planove, ako ih bude, priprema Izvođač i dostavlja na odobrenje Inženjeru.

Izvođač je dužan pribaviti sve neophodne građevinske dozvole i druge dozvole za objekte, priključak na nacionalne mreže (električna energija, voda, telefon itd.) i tako dalje.

Tenderski crteži su crteži pripremljeni za građenje/montažu/izvršenje.

Ovaj dokument sadrži samo nacrt tehničkih specifikacija za ključne elemente neophodne za radove na zatvaranju/izgradnji deponije. Ove specifikacije će se mijenjati i dorađivati tokom faze izrade izvedbenog projekta prije objavljivanja tendera za radove.

3.1 Pripremni radovi

Prije početka izvođenja radova na izgradnji i sanaciji deponije Investitor mora prvo izvršiti određene pripremne radove na lokaciji.

3.1.1 Opšte

Pripremni radovi podrazumijevaju uspostavu gradilišta i privremenih objekata.

3.1.2 Priprema gradilišta

Investitor zajedno sa glavnim izvođačem radova treba pripremiti kompletno gradilište koje će biti predmet izvođenja radova.

3.1.3 Privremeni objekti

Izvođač će snositi sve troškove za uspostavu, rad i uklanjanje privremenih objekata.

Privremena kancelarija Izvođača radova

Izvođač treba uspostaviti privremeni ured na gradilištu. Izvođač može koristiti bilo koje područje koje smatra prikladnim unutar obuhvata izvođenja radova. Ako Izvođač želi uspostaviti uredski prostor ili područje za skladištenje materijala i sl. izvan obuhvata izvođenja radova, dužan je pribaviti sva neophodna odobrenja od nadležnih institucija i vlasnika.

Kao osnovni zahtjev, Izvođač ili njegov ovlašteni predstavnik moraju biti prisutni na gradilištu u svakom trenutku dok traje izvođenje radova

Sanitarni objekti

Izvođač radova je dužan osigurati i održavati privremene sanitarne čvorove na gradilištu za korištenje svih osoba povezanih s radovima. Sanitarna otpadna voda mora se skupljati u adekvatnom spremniku, a spremnik se prazni vakuumskim kamionom i transportira do najbliže javne kanalizacijske mreže ili postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda.

Vodosnadbjevanje

Izvođač će osigurati i održavati odgovarajuću opskrbu pitkom vodom. Vodosnadbjevanje se koristi za potrebe izgradnje i za potrebe u privremenim objektima. Sistem vodosnadbjevanja, uključujući priključak na javni sistem ili postavljanje prijenosnog rezervoara za vodu, mora odobriti Glavni Inženjer.

Snadbjevanje električnom energijom

Električnu energiju koja je potrebna za izvođenje radova mora osigurati Izvođač ili Naručitelj na troškovima Izvođača. Sve privremene priključke i instalacije za električnu energiju podliježu odobrenju inženjera. Sve privremene električne instalacije izvođač će osigurati, povezati i održavati u skladu s nacionalnim i lokalnim podzakonskim aktima i propisima. Privremene električne instalacije mogu se izvoditi i pomoću dizel generatora.

Sve privremene instalacije Izvođač će ukloniti prije preuzimanja radova; ako nije dogovoreno da postrojenje preuzme Naručitelj radova.

3.2 Geodetski radovi

Geodetski radovi se izvode tokom cijele faze izvođenja građevinskih radova i nakon završetka radova u cilju izrade projekta izvedenog stanja.

Presjek izvedenog stanja je neophodan za noseći sloj nakon završetka radova na iskopavanju, nasipanju i zbijanju. Nakon završetka presjeka, svi eventualni problemi u vezi sa pripremom nosećeg sloja u smislu postavljanja drenažnih sistema i druge infrastrukture moraju biti otklonjeni.

3.3 Zemljani radovi

3.3.1 Opšte

U zemljane radove spada sljedeće:

- > Raščišćavanje vegetacije na lokaciji;
- > Iskopavanje postojećeg otpada do bazepodtla;
- > Popunjavanje adekvatnim lokalnim tlom do baze podtla;
- > Odlaganje lokalnog i viška iskopanog otpada i poravnavanje preko postojećeg odlagališta.

Izvođač mora biti upoznat sa uslovima za izvođenje planiranih radova na različitim vrstama tla. Iskopni radovi se izvode tako da se različiti zemljani materijali razdvajaju, tj. svi zemljani materijali pogodni za različite vrste nasipanja na lokaciji iskopavaju se i odlažu odvojeno.

Iskopani zemljani materijali odlažu se u okviru granica lokacije ili na površini za odlaganje u skladu sa uputstvima Inženjera.

Višak čiste zemlje/materijala odvozi se na odgovarajuću lokaciju/površinu za trajno odlaganje.

Svi zemljani materijali odloženi za kasniju upotrebu moraju biti zaštićeni od isušivanja usljed nepoželjnog isparavanja ili od vlage usljed padavina, kao i dodatno zaštićeni od erozije tokom čuvanja.

Sva ispitivanja vrši akreditirana laboratorija ili laboratorija koju odobri Inženjer.

3.3.2 Vegetacija

Vegetacija raščišćena sa lokacije može se odlagati na lokaciji u skladu sa uputstvima Inženjera.

3.3.3 Zemljana pokrivka

Zamljanu pokrivku koja sadrži humus u okviru radne površine potrebno je ukloniti prije izvođenja građevinskih i zemljanih radova (uključujući odlaganje tla) i odvojeno uskladištiti na za to predviđenoj površini u krugu deponije. Prosječna debljina zemljana pokrivke koju treba ukloniti je 0,10 m.

Sloj humusa zemljane pokrivke se mora u potpunosti ukloniti, tj. ne smiju se ostaviti slojevi koji sadrže humus ispod projektovanog baznog nivoa građevine, asfaltiranih površina iskladišta za tlo.

3.3.4 Iskopavanja

Sve gotovo horizontalne iskopane površine zbijaju se korištenjem odgovarajuće opreme vodeći računa da ilovača, glina i glinasto zemljište budu zbijeni do tražene gustine do dubine od preko 0,3 m ispod projektovane kote.

Nepropusni materijali zbijaju se pomoću teških dinamičkih kompakatora vodeći računa da zemljište bude zbijeno do dubine od preko 1,0 m ispod projektovane kote da bi se spriječilo naknadno urušavanje tla. Prije zbijanja tlo treba biti vlažno kako bi se osiguralo prednaprezanje gornjih nepropusnih slojeva.

Za zbijanje svih površina koristi se glatki vibracioni valjak ili slična oprema koja garantira glatku površinu glinenog sloja.

Iskopni radovi vrše se tako da materijali baze ne budu neprihvatljivo hidrirani usljed padavina ili površinskih voda ili dehidrirani usljed isparavanja. Na svim površinama gdje su materijali baze neprihvatljivo hidrirani ili dehidrirani ili na neki drugi način ne zadovoljavaju zahtjeve, ti materijali se zamjenjuju odgovarajućim materijalima.

Odmah nakon inspekcije, provjere i prihvatanja gotovih površina donjeg sloja ćelija deponije, površine se prekrivaju polimerskom membranom.

Zahtjevi, dozvoljena odstupanja i provjere:

Dozvoljena odstupanja, zahtjevi i provjere za iskope do projektovane kote polimerskog sloja:

Parametar	Zahtjev		Ispitivanja
	Vrijednost	Odstupanje	Br.
<u>Vertikalno poravnanje:</u>			
- Nivo na kosinama		+/- 0,10 m	25 na 10.000 m ²
- Nivo na dnu ćelije, dnu bazena i formiranju podtla za asfaltiranje	Projektovano poravnanje	+/- 0,05 m	25 na 10.000 m ²
- Poravnatost (pod pravom ivicom dužine 4 m)		0,05 m	25 na 10.000 m ²
<u>Glina i glinasto tlo:</u>			
- Modul elastičnosti Eo	30 MPa	10 %	3 na 1.000 m ²
- Gustina* (% standardnog Proctora)	98 %	- 2 %	25 na 10.000 m ²

*Uzorci se uzimaju sa dubine od 0,5 m ispod završenog nivoa na dnu ćelija deponije. Ispitivanja mogu vršiti isključivo akreditirane laboratorije.

Ispitivanja može vršiti isključivo akreditirana laboratorija.

3.3.5 Nasipanje

Za nasipne radove koristi se lokalno tlo iskopano na lokaciji i/ili na pozajmištu, ukoliko ispunjava kriterije za nasipni materijal koji se ne sliježe.

Opšte

Izvođač radova dužan je provesti inicijalno laboratorijsko ispitivanje postojećeg tla na lokaciji iz reprezentativnih istražnih jama, uzoraka sa deponija materijala koje osigura Inženjer kako bi se utvrdile karakteristike tla te da li ono ispunjava kriterije za nasipni materijal, uključujući maksimalnu gustoću suhog tla i odgovarajući optimalni sadržaj vode. Pretpostavlja se da se svi zemljani materijali mogu koristiti za nasipanje.

Na osnovu rezultata laboratorijskog ispitivanja, Izvođač radova određuje optimalnu debljinu sloja materijala za zbijanje.

Prije početka nasipnih radova, Izvođač dostavlja Inženjeru na odobrenje odabrane metode zbijanja tla, uz navođenje rezultata ispitivanja, odabrane metode zbijanja i opreme za zbijanje koja će se koristiti.

Izvođač mora voditi računa o tome da veći dio tla čini lesno tlo niske gustoće i visoke stope urušavanja.

Nasipni radovi

Nasipanje u podtlu za potrebe građenja (izdizanje dna ćelije, nasipanje ispod puteva i zgrada ili za izgradnju kanala itd.) izvodi se ugrađivanjem slojeva maksimalne debljine 0,25 m.

Za zbijanje svih površina koristi se glatki vibracioni valjak ili slična oprema koja garantira glatku površinu baze.

Nasipni radovi vrše se tako da materijali baze ne budu neprihvatljivo hidrirani usljed padavina ili površinskih voda ili dehidrirani usljed isparavanja. Na svim površinama gdje su materijali baze neprihvatljivo hidrirani ili dehidrirani ili na neki drugi način ne zadovoljavaju zahtjeve, ti materijali se zamjenjuju odgovarajućim materijalima.

Zahtjevi, dozvoljena odstupanja i provjere

Dozvoljena odstupanja, zahtjevi i provjere za nasipe do projektovane baze polimerskog sloja:

Parametar	Zahtjev		Ispitivanja Br.
	Vrijednost	Odstupanje	
<u>Vertikalno poravnanje:</u>			
- Nivo na kosinama		+/- 0,20 m	25 na 10.000 m ²
- Nivo na dnu čelije, dnu bazena i formiranju podtla za asfaltiranje	Projektovano poravnanje	+/- 0,05 m	25 na 10.000 m ²
- Poravnatost (pod pravom ivicom dužine 4 m)		0,05 m	25 na 10.000 m ²
<u>Nasipni materijal koji se ne sliježe (zemlja/kamenje):</u>			
- Modul elastičnosti E _o	50 MPa	10 %	5 na 1.000 m ³
- Gustina* (% standardnog Proctora)	98 %	- 2 %	5 na 1.000 m ³

3.4 Zatvaranje deponije

3.4.1 Opšte

Građevinski radovi za zatvaranje deponije obuhvataju:

Tranzicija ka zatvaranju deponije obično podrazumijeva sljedeće operacije:

- > oblikovanje tijela deponije kako bi se stabilizovali kritični nagibi kosina;
- > sabijanje otpada;
- > izvođenje završne prekrivke;
- > sijanje trave (i ako je moguće drugog rastinja);
- > sakupljanje, otklanjanje i kontrolisanje gasa;
- > izvođenje sistema za upravljanje i kontrolu procjednih voda;
- > sprječavanje nezakonitog odlaganja otpada i
- > rad i održavanje.

Izvođenje finalnog nepropusnog ili polupropusnog gornjeg brtvenog sloja

Gornji nepropusni brtveni sloj projektovan je u skladu sa zahtjevima EU direktiva koji sadrži sljedeće (od dna prema vrhu):

- > Poravnavajući sloj od materijala privremene prekrivke - 30 cm;
- > Drenažni sloj (drenažni sloj (gas) – šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Ugradnja horizontalnih cijevi za drenažu gasa PEHD Ø90;
- > Tkani geotekstil 1.200 g/m²;
- > Dvostrano hrapava PEHD folija (k=1.0x10⁻⁹ m/s) – 1,5 mm;

- > Tkani geotekstil 1.200 g/m²;
- > Sloj za drenažu infiltrirane vode (šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Ugradnja drenažnih cijevi PEHD Φ90 na dnu kosina i šahtova za monitoring i održavanje;
- > Lagani netkani geotekstil 300 g/m²;
- > Zaštitni sloj tla (materijal tla $k < 1.0 \times 10^{-6}$ m/s) - 80 cm;
- > Zemljana prekrivka – rekultivacijski sloj (tlo) - 20 cm;
- > Zaštitna prekrivka (trava i grmlje).

Gornji polupropusni brtveni sloj sadrži sljedeće (od dna prema vrhu):

- > Poravnavajući sloj od materijala privremene prekrivke - 30 cm;
- > Sloj za otplinjavanje (drenažni sloj za glas – šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Ugradnja horizontalnih cijevi za drenažu gasa PEHD Φ90;
- > Lahki netkani geotekstil 300 g/m²;
- > Zaštitni sloj tla (materijal tla $k < 1.0 \times 10^{-6}$ m/s) - 80 cm;
- > Zemljana prekrivka – rekultivacijski sloj (tlo) - 20 cm;
- > Zaštitna prekrivka (trava i grmlje).

3.4.2 Geosintetički sloj Liner - PEHD folije

Materijali

Polimerski folija koja se koristi za deponiju i lagun u za procjedne vode mora biti izrađena od polietilena visoke gustine (PEHD) sa sljedećim specifikacijama:

Ispitivana karakteristika	Ispitna metoda	Učestalost	Minimalna prosječna vrijednost			
			1,00 mm		1,50 mm	
Debljina, (minimalni prosjek), mm Najniže pojedinačno očitavanje	ASTM D 5994	svaka rolna	1,00	0,90	1,50	1,35
Gustina, g/cm ³ , (min.)	ASTM D 1505	90.000 kg	0,940		0,940	
Zatezne osobine (u oba smjera)	ASTM D 6693, Tip IV Teg, 50 mm/min G.L. 50 mm G.L. 33 mm	9.000 kg				
Čvrstoća pri pucanju, N/mm			10		16	
Čvrstoća pri popuštanju, N/mm			15		22	
Izduženje pri pucanju, %			100		100	
Izduženje pri popuštanju, %			12		12	
Otpornost na kidanje, N	ASTM D 1004	20.000 kg	125		187	
Otpornost na probijanje, N	ASTM D 4833	20.000 kg	267		400	
Sadržaj čađi, % (raspon)	ASTM D 1603*/4218	9.000 kg	2,0 – 3,0		2,0 – 3,0	
Visina neravnina, mm	ASTM D 7466	druga rolna	0,45		0,45	
Neprekidna konstanta naponskog opterećenja ⁽²⁾ , hr	ASTM D 5397,	90.000 kg	300		300	
Indukcijsko vrijeme oksidacije, min	ASTM D 3895, 200°C; O ₂ , 1 atm	90.000 kg	>100		>100	

Folija koja se koristi za zatvaranje deponije mora biti dvostruko hrapava.

Folija se dostavlja na radilište sa tehničkim specifikacijama kojima se potvrđuju karakteristike materijala u skladu sa gorenavedenim specifikacijama. Kod dalje isporuke dostavlja se protokol sa rezultatima provjere kvaliteta koju je proveo proizvođač za svaku šaržu dostavljenu na radilište.

Izvođač je dužan dostaviti certifikat o ispitivanju za sve zavarene šavove izvedene prije isporuke na radilište.

Membrana mora biti zaštićena od fizičkih oštećenja tokom transporta do radilišta, i od sunčeve svjetlosti tokom skladištenja na radilištu.

Postavljanje

Opšte

Montažer je prije početka radova dužan izraditi plan postavljanja sa pozicijom pojedinačnih rolni i taj plan dostaviti Inženjeru na odobravanje.

Postavljanje može vršiti isključivo tehničko osoblje koje odobri proizvođač materijala i to sa opremom koju odobri proizvođač.

Zavarivanje

Svi vareni šavovi izvode se kao dvojni šavovi uz mogućnost ispitivanja zrakom pod pritiskom ili ispupčeni šavovi sa vodilicom iskri zavarenom u šav, čime se omogućava potpuno ispitivanje čvrstoće šavova pomoću standardnih metoda visokonaponskih iskri.

Na početku i na kraju svakog dana tokom postavljanja provode se provjere zavarivanja za svu zavarivačku opremu i sve varioce kako bi se osiguralo tačno podešavanje temperature varenja, pritiska i brzine u zavisnosti od postojećih vremenskih uslova. Kod varenja se ispituje čvrstina šava (ljuštenje i smicanje), a rezultati se dostavljaju Inženjeru.

Provjera zavarivanja se ponavlja nakon svakog prekida radova na postavljanju tokom dana zbog, na primjer, promjena u vremenskim uslovima ili slično.

Prije početka zavarivanja, svaka linija materijal se mora razmotati bez nabora, ali uz dovoljno materijala i preklapanja kako bi se osiguralo da tokom zavarivanja ne dođe do značajnih problema usljed promjena temperature.

Zavarivanje ne treba vršiti ako temperatura padne ispod 50 C. Pored toga, promjene u temperaturi tokom radnog dana mogu izazvati probleme s obzirom na to da je materijal koji se koristi za membranu prilično osjetljiv (koeficijent toplotnog širenja) na promjene temperature, pa se striktno treba pridržavati preporuka o radnim uslovima koje je dao Izvođač/proizvođač.

Sve ivice materijala za oblaganje trebaju biti zaštićene od prljanja do varenja. Izvođač odlučuje od načinu zaštite i dostavlja opis Inženjeru na odobravanje.

Preklapanje se izvodi sa preklopima u pravcu kosine membrane, tj. u obliku crjepova na krovu.

Šav između membrane na svim gotovo horizontalnim površinama i membrane na kosinama mora biti pozicioniran u gotovo horizontalnoj ravni i na udaljenosti od najmanje 1,0 m od podnožja kosine.

Kretanje bilo kakvih mašina direktno preko postavljene membrane nije dozvoljeno. Prije nego što se dozvoli pristup mašinama potrebno je osigurati odgovarajuću zaštitu membrane. Odgovarajuća zaštita može biti npr. min. 1,0 m zemlje u kojoj nema kamenja većeg od 0,1 m. Prije postavljanja geotekstila u ćelije (lagunu) se ne smije odlagati nikakav materijal.

Prekrivanje

Dok membrana ne prođe provjeru i odobravanje, folija mora biti pričvršćena vrećama pijeska ili na drugi način kako bi se spriječilo da je vjetar podiže, odnosno njeno klizanje niz kosinu.

Odmah nakon provjere i odobravanja od strane Inženjera, Izvođač prekriva foliju postavljenu na dnu ćelija deponije drenažnim materijalom. Na kosinama, drenažni ili pokrovni materijal se postavlja od podnožja kosine zatežući eventualne olabavljene dijelove folije prema vrhu kosine. Na vrhu kosine, folija se učvršćuje u sidrenim rovovima nakon postavljanja drenažnog materijala/pokrivke na kosinama.

Kod dužih sjevernih kosina treba razmotriti mogućnost da se ne postavlja cijeli drenažni sloj (npr. posljednjih 20 m) pošto postoji rizik od klizanja drenažnog sloja usljed jake kiše (što može uništiti geotekstil, a u najgorem slučaju i PEHD foliju).

Spajanje sa konstrukcijama

Membrana se spaja sa betonskim ispusnim konstrukcijama pomoću trake za zavarivanje (PEHD ankeri) izlivena na površini konstrukcije. Folija se spaja sa trakom za zavarivanje ispupčenim šavom uključujući vodilicu iskriža puno ispitivanje čvrstoće šava.

Traka za zavarivanje se izljava kao jedna cjelina, tj. svi uglovi moraju biti potpuno zavareni bez razmaka između prirubnica.

Kod prodora cijevi osigurava se PEHD fazonski element za prodor cijevi u cilju osiguravanja tačke prodora kroz geomembranski sloj.

Spajanje sa budućim fazama deponije

Ukoliko će polimerski sloj naknadno biti spajan sa narednim fazama deponije, polimerski sloj se finalizira petljom od min. 1,0, tj. folija se presavija i zavaruje kako bi se traka širine 1,0 m zaštitila od oštećenja i propadanja. Preko presavijenog dijela postavlja se zaštitna zemljana pokrivka širine min. 0,5 m.

Provjera folije i ugradnje

Provjera montažnih radova zasniva se na planu provjere kojeg priprema Izvođač, a odobrava Inženjer. U planu provjere navodi se ko je zadužen za izvođenje svake provjere, obim provjere i vrijeme provođenja provjere. Pored toga, u planu se navodi da li se radovi mogu nastaviti ili ih treba obustaviti do dobijanja rezultata ispitivanja i provjera.

Faza	Stavka	Predmet provjere	Metoda	Obim	Prihvatanje
Isporuka	Membranski materijal	Tehničke specifikacije	provjera kvaliteta	1 po rolni	Isporučeno
	Montažni zavari	Čvrstoća	Ispitni certifikati za rezultate proizvođača, provjera vakuum zvonom, dvostruki šav pod pritiskom, ispitivanje iskrom	1 na 100 m	Nema curenja
Prijem	Membranski materijal	Izgled	Vizuelna	1 nas 1.000 m ²	Bez oštećenja i nedostataka
		Debljina	Mjerenje	1 nas 1.000 m ²	Manje od 10% negativnog

Faza	Stavka	Predmet provjere	Metoda	Obim	Prihvatanje
					odstupanja od specifikacije
		Mehaničke osobine	Napon i deformacije pri pucanju	1 na 5.000 m ²	Manje od 10% negativnog odstupanja od specifikacije
			Napon i deformacije pri popuštanju		
	Montažni zavari	Čvrstoća	Vakuum zvono, dvostruki šav pod pritiskom, ispitivanje iskom	1 na 1.000 m ²	Nema curenja
		Jačina	Smicanje i ljuštenje	1 na 5.000 m ²	Manje od 10% negativnog odstupanja od specifikacije
Početak varenja	Zavareni spojevi	Čvrstoća (in-situ)	Vakuum zvono, dvostruki šav pod pritiskom, ispitivanje iskom	1 po zavarivaču po opremi za varenje po danu odsječeni uzorka min. 36cmx60cm	Nema curenja
		Jačina (odsječeni uzorak)	Smicanje i ljuštenje		
Tokom postavljanja	Membranski materijal	Izgled	Vizuelna	100%	Bez oštećenja i nedostataka
	Zavareni spojevi	Čvrstoća (in-situ)	Vakuum zvono, dvostruki šav pod pritiskom, ispitivanje iskom	100%	Nema curenja
		Mehaničke osobine (odsječeni uzorak)	Napon i deformacije pri pucanju	1 na 5.000 m ²	Manje od 10% negativnog odstupanja za smicanje Manje od 25% negativnog odstupanja za ljuštenje
			Napon i deformacije pri popuštanju		

3.4.3 Geotekstil

Materijal

Geotekstili se koriste za zaštitu polimerske folije od cijepanja i oštećenja tokom montažnih radova i od oštećenja česticama drenažnog sloja.

Geotekstil za PEHD zaštitnu foliju mora biti tkani geotekstil od UV stabilnog propilena, 1200 g/m², polietilena ili poliestera koji može izdržati izloženost suncu najmanje dvije godine.

Geotekstil za zaštitu drenažnog sloja mora biti lagani netkani geotekstil od UV stabilnog propilena, 300 g/m², polietilena ili poliestera koji može izdržati izloženost suncu najmanje dvije godine.

Debljina geotekstila za ćelije deponije mora biti minimalno 4,0 mm prigeostatičkom pritisku od 200 kN/m². Debljina se dokumentira na osnovu EN 964-1 pod 200 kN/m². Otpornost pri probijanju mjerena CBR ispitivanjem - ISO 12236 -mora biti veća od 7 kN.

Zahtjevi dati u specifikacijama moraju garantirati da geotekstil može služiti kao zaštitna pokrivka za polimersku foliju. U principu, to se osigurava pod uslovom, kada se ne radi o tkanom geotekstilu, da geotekstil zadrži minimalnu debljinu pod radnim naponom, (200 kPa) te da ima

dovoljnu otpornost na cijepanje vlakana geotekstila tokom ili nakon postavljanja (CBR vrijednost min. 7 kN).

Geotekstil će na svim površinama biti prekriven ili slojem šljunka (drenažni sloj) ili betonskom pločom čime se osiguravanjegova zaštita od UV zračenja nakon postavljanja.

Naravno, geotekstil se tokom izvođenja građevinskih radova čuva i koristi na način koji garantira da proizvod nakon postavljanja ne pokazuje znake oštećenja ili smanjenja performansi usljed UV zračenja.

Postavljanje

Trake postavljenog geotekstila povezuju se jednostavnim preklapanjem širine min. 0,5 m. Druga opcija je korištenje ušivenih spojeva. Zatezna čvrstoća ušivenih spojeva mora biti jednaka zateznoj čvrstoći geotekstila.

3.4.4 Drenažni sloj

Materijali za drenažni sloj

Za drenažni sloj obavezno se koristi drenažni šljunak bez sadržaja gline ili mulja. Sadržaj organskog materijala mora biti manji od 1%. Koeficijent propusnosti drenažnog materijala mora biti $k > 10^{-4}$ m/s.

Granulometrijski sastav:

Veličina otvora sita (mm)	Količina čestica (%) koje prolaze kroz sito
70	100
40	90 - 100
20	60 - 100
10	30 - 100
5	15 - 60
2	5-35
1	0-20
0,5	0-10

Maksimalna veličina zrna je 60 mm.

Koeficijent uniformnosti mora biti $U = d_{60} / d_{10} \geq 2.5$.

Materijali za filterski element oko drenažnih cijevi

Za filterski element koristi se šljunak 20mm / 40 mm maksimalne veličine zrna od 60 mm.

Izvođenje radova

Prije početka radova na postavljanju drenažnog sloja preko polimerske folije/geotekstila Izvođač je dužan napraviti plan izvođenja radova koji odobrava Inženjer. U planu se definira oprema i metodologija koju Izvođač namjerava koristiti vodeći računa da ne dođe do oštećenja brtvenog sistema.

Kretanje opreme preko polimerske folije/geotekstila nije dozvoljeno bez odgovarajuće zaštite od mehaničkih oštećenja. Zaštita se može osigurati na sljedeći način:

- > da se kamioni koji dovoze drenažni materijal kreću po „nasipu“ debljine minimalno 1,0 m između točkova i folije, ili po zaštitnim pločama od betona ili čelika;
- > da na postavljeni drenažni sloj ulaze samo vozila i druge mašine sa remenim prenosom ili niskim pritiskom u pneumaticima.

Prilikom radova na postavljanju nije dozvoljeno guranje drenaže buldožerima ili sličnim mašinama koje mogu izazvati pritisak na polimersku membranu. Drenažni materijal se „valja“ ili „polaže“ pomoću npr. mašina za iskopavanje na remenima ili slično.

Sa postavljanjem drenažnog materijala na kosinama počinje se od podnožja kosine.

Nakon postavljanja drenažnog materijala, iskopavanja npr. radi postavljanja drenažnih cijevi i filterskog materijala se mogu vršiti samo ručno, a sve iskopane rovove vizuelno provjerava i odobrava Inženjer prije postavljanja drenažnih cijevi.

Pri postavljanju filterskog materijala oko drenažnih cijevi mora se voditi računa o projektovanim dimenzijama filterskog materijala.

Kosine

Kod dužih sjevernih kosina treba razmotriti mogućnost da se ne postavlja cijeli drenažni sloj (npr. samo posljednjih 20 m), pošto postoji rizik od klizanja drenažnog sloja usljed jake kiše (što može uništiti geotekstil, a u najgorem slučaju i PEHD foliju). Ovaj rizik zavisi i od karakteristika šljunka koji se koristi za drenažni sloj. Ukoliko to Inženjer odobri, Izvođač može sačuvati određenu količinu materijala za drenažni sloj, a operater može naknadno tokom rada deponije postavljati drenažni sloj uporedo sa popunjavanjem.

Zahtjevi, dozvoljena odstupanja i provjere

Dozvoljena odstupanja, zahtjevi i provjere za drenažni sloj i filterske materijale:

Parametar	Zahtjev		Ispitivanja
	Vrijednost	Odstupanje	Br.
<u>Vertikalno poravnanje:</u>			
- Nivo na kosinama	Projektovano poravnanje	+/- 0,10 m	25 na 10.000 m ²
- Nivo na dnu ćelije		+/- 0,05 m	25 na 10.000 m ²
- Debljina drenažnog sloja	0,50 m	+0,05m / - 0,03m	25 na 10.000 m ²
- Debljina filterskog materijala	Projektovana debljina	+/- 0,03m	1 na 25 m
<u>Koeficijent propusnosti v</u>	$k > 10^{-3}$ m/s	nema	1 na 1.000 m ³
<u>Granulometrijski sastav</u>	Projektovane vrijednosti	NA	1 na 500 m ³

Izvođač je dužan Inženjeru dostaviti karakteristike i rezultate ispitivanja materijala koje namjerava koristiti koje Inženjer mora odobriti prije prve isporuke na radilište.

3.5 Ćelije deponije

3.5.1 Opšte

Konstrukcija donjeg brtvenog sistema treba biti u skladu sa zahtjevima EU direktiva, a koji sadrži sljedeće (od dna prema gore):

- > Poravnavajući sloj od materijala privremene prekrivke - 30 cm;
- > Drenažni sloj (drenažni sloj (gas) – šljunak 0-60 mm) - 20 cm. Ugradnja horizontalnih cijevi za drenažu gasa PEHD Ø90;
- > Bentonit (GCL) – 5-7 mm;
- > Dvostrano hrapava PEHD folija ($k=1.0 \times 10^{-9}$ m/s) – 1,5 mm;
- > Tkani geotekstil 1.200 g/m²;
- > Drenažni sloj (šljunak 0-60 mm) - 50 cm. Ugradnja drenažni PEHD cijevi.

3.5.2 Geološka barijera - Bentonit

Kao alternativa za upotrebu in-situ ili iskopane ilovače / gline za geološku barijeru može se ugraditi bentonitni sloj.

Prije ugradnje bentonita, kompletna specifikacije, metodologija i testovi trebaju biti poznati Glavnom inženjeru za odobrenje.

Materials

Svrha glinene geosintetičke barijere(GCL) je da zamijeni sloj mineralne gline (geološka barijera) na dnu brtvene konstrukcije, pa stoga propustljivost ne smije biti veća od propustljivosti propisane za glineni sloj.

GCL karakterizira veliki kapacitet bubrenja i izuzetno niska propustljivost. Betonitna glina u sloju upija vodu iz okolnog tla i hidrira. Međutim, slobodno bubrenje betonita je ograničeno strukturom betonitnog sloja i pritiskom koji stvara pokrivni materijal koji se postavlja na vrh barijere.

Minimalni parametri i ispitne metode su sljedeće:

Karakteristike	Ispitna metoda	Jedinica mjerjenja	Vrijednosti
Geotekstilni slojevi			
Pokrovni sloj masa po jedinici površine	EN ISO 9864	g/m ²	200
Nosivi sloj masa po jedinici površine	EN ISO 9864	g/m ²	100
Sloj betonita			
Masa po jedinici površine	EN14196	g/m ²	4500
Indeks bubrenja	ASTM D 5890	ml/2g	24
Gubitak fluida	ASTM D 5891	ml/2g	18
Sadržaj vode	DIN 18121 / ISO 11465 (5 h, 105 °C)	%	Oko 10
Ukupno glinena geosintetička barijera			
Masa po jedinici površine	EN 14196	g/m ²	4800
Debljina	EN ISO 9863-1	mm	6,0
Maksimalna zatezna čvrstoća	EN ISO 10319 / ASTM D 4595	kN/m	12,0
Izduženje pri kidanju (uzdužno/ poprečno)	EN ISO 10319 / ASTM D 4595	%	10 / 6
Otpornost na ljuštenje	ASTM D 6496	N/10cm vršni N/m	60 360
Propusnost/Hidraulička provodljivost	DIN 18130 / ASTM D 5887	m/s	2×10^{-11}
Indeks protoka	DIN 18130 / ASTM D 5887	(m ³ /m ²)/s	5×10^{-9}

Glinene geosintetičke barijere: Na geotekstilnim površinama ne smije biti rupa, mjehurića ili poderotina. Sve rolne moraju biti označene od strane proizvođača sa sljedećim podacima: naziv proizvođača, broj proizvoda, debljina, širina i broj rolne, zatezna čvrstoća i izduženje pri kidanju, kao i otpornost na kidanje.

Ugradnja sintetičkih slojeva

Priprema površine

Prije postavljanja geosintetičke glinene barijere donji sloj mora biti gladak i očišćen od materijala koji mogu oštetiti materijal.

Postavljanje

Geosintetička glinena barijera se ne smije oštetiti prilikom postavljanja. Rolne se po pravilu odmotavaju od najviše tačke (sidreni rov u bermi) u pravcu maksimalne kosine u skladu sa prethodno odobrenim planom postavljanja. Sloj gline ne smije se vući preko hrapave geomembrane ako je geotekstil pričvršćen za površinu okrenutu prema geomembrani. Obavezno je postavljanje odgovarajućeg balasta (npr. vreće sa pijeskom) kako bi se spriječilo da vjetar podiže materijal prije prekrivanja.

Šavovi i preklopi

Rubni šavovi se preklapaju na dužini od oko 300 mm. Preklopljeni šavovi se kontinuirano tretiraju dodatnim betonitom, obično 0,4 kg/m.

Rolne moraju biti u jednom komadu od sidrenog rova do dna ćelije sa minimalnim preklapanjem na sloju ilovače/gline.

Šavovi na krajevima nisu prihvatljivi.

Uglovi

U uglovima barijere na kosinama deponije postavlja se dodatni sloj betonita od vrha do dna kosine.

Popravke

Popravke se vrše postavljanjem zakrpa od geosintetičke gline preko oštećene površine. Zakrpa prelazi preko ivice oštećenja minimalno 500 mm. Za brtvljenje šavova koristi se dodatni betonit. Popravljeni dio se zašiva ili lijepi za tepih ukoliko nije direktno prekriven slojem polimera i pijeska/zemlje.

Površine izložene stajaćoj vodi ili padavinama usljed čega dolazi do pretjerane hidracije betonita treba provjeriti prije pokrivanja kako bi se otkrila eventualna oštećenja.

Zaštita i nasipanje

Geosintetičku glinenu barijeru treba prekriti PEHD folijom što prije nakon postavljanja, ali ne prije prihvatanja od strane Inženjera. Drenažni sloj/zemljište se postavlja na dno kosine prema gore i ne smije se postavljati direktno na polimerski sloj.

3.5.3 PEHD folije

Materijali

Polimerski folijakoja se koristi za deponiju i lagunu za procjedne vode mora biti izrađena od polietilena visoke gustine (PEHD) sa sljedećim specifikacijama:

Parametar	Zahtjev	Odstupanje	Metoda provjere
<u>Izgled</u>	Bez vidljivih oštećenja i nedostataka		Vizuelni pregled
<u>Debljina</u>	1,5 mm (1,0 za lagunu)	- 10 %	ISO 4648:1991
<u>Gustina</u>	min. 0,94 g/cm ³	Nema	DIN 53479
<u>Indeks protoka taline (190/5)</u>	0,6 – 2,0 g/10min	Nema	ISO 1133/18
<u>Sadržaj čađi</u>	min. 2,0 %	Nema	ASTM D-1238 usl. E
<u>Dvoosno naprezanje</u>	min. 15 %	Nema	ASTM D5617-94
<u>Zatezne osobine:</u>			
Uzdužni i poprečni smjer			ISO 527-3:1993 ISO 37:1994
- Izduženje pri kidanju	min. 50 %	Nema	
- Zatezni napon pri pucanju	min. 10 N/mm ²	Nema	
	Naveći deformacije i napon pri popuštanju		
<u>Otpornost na kidanje</u>	75 N/mm		ISO 6383/1:1985
<u>Otpornost na perforaciju</u>	Sila min. 300 N	Nema	FTMS br. 101C Metoda 2031:1980
<u>Otpornost zavarenih šavova</u>			ISO 527-3:1993 ISO 37:1994
- Smicanje	Min. 90% zatezne čvrstoće pri popuštanju	Nema	
- Ljuštenje	Min. 75% zatezne čvrstoće pri popuštanju	Nema	
<u>Dimenzionalna temperaturna stabilnost</u>	maks. +/- 2 %	Nema	DIN 16938:1986 ISO 11501:1995
<u>Krtost na niskim temperaturama</u>	Ispod - 20 °C	Nema	ISO 974:1980 DIN 16726

Ispitivana karakteristika	Ispitna metoda	Učestalost	Minimalna prosječna vrijednost			
			1,00 mm		1,50 mm	
Debljina, (minimalni prosjek), mm	ASTM D 5994	svaka rolna	1,00	0,90	1,50	1,35
Najniže pojedinačno očitavanje						
Gustina, g/cm ³ , (min.)	ASTM D 1505	90.000 kg	0,940		0,940	
Zatezne osobine (u oba smjera)	ASTM D 6693, Tip IV	9.000 kg				
Čvrstoća pri pucanju, N/mm	Teg, 50 mm/min		10		16	
Čvrstoća pri popuštanju, N/mm			15		22	
Izduženje pri pucanju, %	G.L. 50 mm		100		100	
Izduženje pri popuštanju, %	G.L. 33 mm		12		12	
Otpornost na kidanje, N	ASTM D 1004	20.000 kg	125		187	
Otpornost na probijanje, N	ASTM D 4833	20.000 kg	267		400	
Sadržaj čađi, % (raspon)	ASTM D 1603*/4218	9.000 kg	2,0 – 3,0		2,0 – 3,0	
Visina neravnina, mm	ASTM D 7466	druga rolna	0,45		0,45	
Neprekidna konstanta naponskog opterećenja ⁽²⁾ , hr	ASTM D 5397,	90.000 kg	300		300	
Indukcijsko vrijeme oksidacije, min	ASTM D 3895, 200°C; O ₂ , 1 atm	90.000 kg	>100		>100	

Folija koja se koristi za zatvaranje deponije i izgradnju nove ćelije mora biti dvostruko hrapava.

PEHD folija na dnu ćelija (i laguna) i na kosinama laguna mora biti glatka sa obje strane. Za kosine ćelija deponije donja strana folije mora biti hrapava.

Folija se dostavlja na radilište sa tehničkim specifikacijama kojima se potvrđuju karakteristike materijala u skladu sa gorenavedenim specifikacijama. Kod dalje isporuke dostavlja se protokol sa rezultatima provjere kvaliteta koju je proveo proizvođač za svaku šaržu dostavljenu na radilište.

Izvođač je dužan dostaviti certifikat o ispitivanju za sve zavarene šavove izvedene prije isporuke na radilište.

Membrana mora biti zaštićena od fizičkih oštećenja tokom transporta do radilišta, i od sunčeve svjetlosti tokom skladištenja na radilištu.

Postavljanje

Opšte

Montažer je prije početka radova dužan izraditi plan postavljanja sa pozicijom pojedinačnih rolni i taj plan dostaviti Inženjeru na odobravanje.

Postavljanje može vršiti isključivo tehničko osoblje koje odobri proizvođač materijala i to sa opremom koju odobri proizvođač.

Zavarivanje

Svi vareni šavovi izvode se kao dvojni šavovi uz mogućnost ispitivanja zrakom pod pritiskom ili ispušćeni šavovi sa vodicom iskri zavarenom u šav, čime se omogućava potpuno ispitivanje čvrstoće šavova pomoću standardnih metoda visokonaponskih iskri.

Na početku i na kraju svakog dana tokom postavljanja provode se provjere zavarivanja za svu zavarivačku opremu i sve varioce kako bi se osiguralo tačno podešavanje temperature varenja, pritiska i brzine u zavisnosti od postojećih vremenskih uslova. Kod varenja se ispituje čvrstina šava (ljuštenje i smicanje), a rezultati se dostavljaju Inženjeru.

Provjera zavarivanja se ponavlja nakon svakog prekida radova na postavljanju tokom dana zbog, na primjer, promjena u vremenskim uslovima ili slično.

Prije početka zavarivanja, svaka linija materijal se mora razmotati bez nabora, ali uz dovoljno materijala i preklapanja kako bi se osiguralo da tokom zavarivanja ne dođe do značajnih problema usljed promjena temperature.

Zavarivanje ne treba vršiti ako temperatura padne ispod 50 C. Pored toga, promjene u temperaturi tokom radnog dana mogu izazvati probleme s obzirom na to da je materijal koji se koristi za membranu prilično osjetljiv (koeficijent toplotnog širenja) na promjene temperature, pa se striktno treba pridržavati preporuka o radnim uslovima koje je dao Izvođač/proizvođač.

Sve ivice materijala za oblaganje trebaju biti zaštićene od prljanja do varenja. Izvođač odlučuje od načinu zaštite i dostavlja opis Inženjeru na odobravanje.

Preklapanje se izvodi sa preklopima u pravcu kosine membrane, tj. u obliku crjepova na krovu.

Šav između membrane na svim gotovo horizontalnim površinama i membrane na kosinama mora biti pozicioniran u gotovo horizontalnoj ravni i na udaljenosti od najmanje 1,0 m od podnožja kosine.

Kretanje bilo kakvih mašina direktno preko postavljene membrane nije dozvoljeno. Prije nego što se dozvoli pristup mašinama potrebno je osigurati odgovarajuću zaštitu membrane. Odgovarajuća zaštita može biti npr. min. 1,0 m zemlje u kojoj nema kamenja većeg od 0,1 m. Prije postavljanja geotekstila u ćelije (lagunu) se ne smije odlagati nikakav materijal.

Prekrivanje

Dok membrana ne prođe provjeru i odobravanje, folija mora biti pričvršćena vrećama pijeska ili na drugi način kako bi se spriječilo da je vjetar podiže, odnosno njeno klizanje niz kosinu.

Odmah nakon nakon provjere i odobravanja od strane Inženjera, Izvođač prekriva foliju postavljenu na dnu ćelija deponije drenažnim materijalom. Na kosinama, drenažni ili pokrovni materijal se postavlja od podnožja kosine zatežući eventualne olabavljene dijelove folije prema vrhu kosine. Na vrhu kosine, folija se učvršćuje u sidrenim rovovima nakon postavljanja drenažnog materijala/pokrivke na kosinama.

Kod dužih sjevernih kosina treba razmotriti mogućnost da se ne postavlja cijeli drenažni sloj (npr. posljednjih 20 m) pošto postoji rizik od klizanja drenažnog sloja usljed jake kiše (što može uništiti geotekstil, a u najgorem slučaju i PEHD foliju).

Spajanje sa konstrukcijama

Membrana se spaja sa betonskim ispusnim konstrukcijama pomoću trake za zavarivanje (PEHD ankeri) izlivena na površini konstrukcije. Folija se spaja sa trakom za zavarivanje ispučenim šavom uključujući vodilicu iskriza puno ispitivanje čvrstoće šava.

Traka za zavarivanje se izljevna kao jedna cjelina, tj. svi uglovi moraju biti potpuno zavareni bez razmaka između prirubnica.

Kod prodora cijevi osigurava se PEHD fazonski element za prodor cijevi u cilju osiguravanja tačke prodora kroz geomembranski sloj.

Spajanje sa budućim fazama deponije

Ukoliko će polimerski sloj naknadno biti spajan sa narednim fazama deponije, polimerski sloj se finalizira petljom od min. 1,0, tj. folija se presavija i zavaruje kako bi se traka širine 1,0 m zaštitila od oštećenja i propadanja. Preko presavijenog dijela postavlja se zaštitna zemljana pokrivka širine min. 0,5 m.

Provjera folije i ugradnje

Provjera montažnih radova zasniva se na planu provjere kojeg priprema Izvođač, a odobrava Inženjer. U planu provjere navodi se ko je zadužen za izvođenje svake provjere, obim provjere i vrijeme provođenja provjere. Pored toga, u planu se navodi da li se radovi mogu nastaviti ili ih treba obustaviti do dobijanja rezultata ispitivanja i provjera.

Faza	Stavka	Predmet provjere	Metoda	Obim	Prihvatanje
Isporuka	Membranski materijal	Tehničke specifikacije	provjera kvaliteta	1 po rolni	Isporučeno
	Montažni zavari	Čvrstoća	Ispitni certifikati za rezultate proizvođača, provjera vakuum	1 na 100 m	Nema curenja

Faza	Stavka	Predmet provjere	Metoda	Obim	Prihvatanje
			zvonom, dvostruki šav pod pritiskom, ispitivanje iskrom		
Prijem	Membranski materijal	Izgled	Vizuelna	1 nas 1.000 m ²	Bez oštećenja i nedostataka
		Debljina	Mjerenje	1 nas 1.000 m ²	Manje od 10% negativnog odstupanja od specifikacije
		Mehaničke osobine	Napon i deformacije pri pucanju	1 na 5.000 m ²	Manje od 10% negativnog odstupanja od specifikacije
			Napon i deformacije pri popuštanju		
	Montažni zavar	Čvrstoća	Vakuum zvono, dvostruki šav pod pritiskom, ispitivanje iskrom	1 na 1.000 m ²	Nema curenja
		Jačina	Smicanje i ljuštenje	1 na 5.000 m ²	Manje od 10% negativnog odstupanja od specifikacije
Početak varenja	Zavareni spojevi	Čvrstoća (in-situ)	Vakuum zvono, dvostruki šav pod pritiskom, ispitivanje iskrom	1 po zavarivaču po opremi za varenje po danu odsječeni uzorka min. 36cmx60cm	Nema curenja
		Jačina (odsječeni uzorak)	Smicanje i ljuštenje		
Tokom postavljanja	Membranski materijal	Izgled	Vizuelna	100%	Bez oštećenja i nedostataka
	Zavareni spojevi	Čvrstoća (in-situ)	Vakuum zvono, dvostruki šav pod pritiskom, ispitivanje iskrom	100%	Nema curenja
		Mehaničke osobine (odsječeni uzorak)	Napon i deformacije pri pucanju	1 na 5.000 m ²	Manje od 10% negativnog odstupanja za smicanje Manje od 25% negativnog odstupanja za ljuštenje
			Napon i deformacije pri popuštanju		

3.5.4 Geotekstil

Materijal

Geotekstili se koriste za zaštitu polimerske folije od cijepanja i oštećenja tokom montažnih radova i od oštećenja česticama drenažnog sloja.

Geotekstil za PEHD zaštitnu foliju mora biti tkani geotekstil od UV stabilnog propilena, 1200 g/m², polietilena ili poliestera koji može izdržati izloženost suncu najmanje dvije godine.

Geotekstil za zaštitu drenažnog sloja mora biti lagani netkani geotekstil od UV stabilnog propilena, 300 g/m², polietilena ili poliestera koji može izdržati izloženost suncu najmanje dvije godine.

Debljina geotekstila za ćelije deponije mora biti minimalno 4,0 mm prigeostatičkom pritisku od 200 kN/m². Debljina se dokumentira na osnovu EN 964-1 pod 200 kN/m². Otpornost pri probijanju mjerena CBR ispitivanjem - ISO 12236 -mora biti veća od 7 kN.

Zahtjevi dati u specifikacijama moraju garantirati da geotekstil može služiti kao zaštitna pokrivka za polimersku foliju. U principu, to se osigurava pod uslovom, kada se ne radi o tkanom geotekstilu, da geotekstil zadrži minimalnu debljinu pod radnim naponom, (200 kPa) te da ima dovoljnu otpornost na cijepanje vlakana geotekstila tokom ili nakon postavljanja (CBR vrijednost min. 7 kN).

Geotekstil će na svim površinama biti prekriven ili slojem šljunka (drenažni sloj) ili betonskom pločom čime se osiguravanjegova zaštita od UV zračenja nakon postavljanja.

Naravno, geotekstil se tokom izvođenja građevinskih radova čuva i koristi na način koji garantira da proizvod nakon postavljanja ne pokazuje znake oštećenja ili smanjenja performansi usljed UV zračenja.

Postavljanje

Trake postavljenog geotekstila povezuju se jednostavnim preklapanjem širine min. 0,5 m. Druga opcija je korištenje ušivenih spojeva. Zatezna čvrstoća ušivenih spojeva mora biti jednaka zateznoj čvrstoći geotekstila.

3.5.5 Drenažni sloj

Materijali za drenažni sloj

Za drenažni sloj obavezno se koristi drenažni šljunak bez sadržaja gline ili mulja. Sadržaj organskog materijala mora biti manji od 1%. Koeficijent propusnosti drenažnog materijala mora biti $k > 10^{-4}$ m/s.

Granulometrijski sastav:

Veličina otvora sita (mm)	Količina čestica (%) koje prolaze kroz sito
70	100
40	90 - 100
20	60 - 100
10	30 - 100
5	15 - 60
2	5-35
1	0-20
0,5	0-10

Maksimalna veličina zrna je 60 mm.

Koeficijent uniformnosti mora biti $U = d_{60} / d_{10} \geq 2.5$.

Materijali za filterski element oko drenažnih cijevi

Za filterski element koristi se šljunak 20mm / 40 mm maksimalne veličine zrna od 60 mm.

Izvođenje radova

Prije početka radova na postavljanju drenažnog sloja preko polimerske folije/geotekstila Izvođač je dužan napraviti plan izvođenja radova koji odobrava Inženjer. U planu se definira oprema i metodologija koju Izvođač namjerava koristiti vodeći računa da ne dođe do oštećenja brtvenog sistema.

Kretanje opreme preko polimerske folije/geotekstila nije dozvoljeno bez odgovarajuće zaštite od mehaničkih oštećenja. Zaštita se može osigurati na sljedeći način:

- > da se kamioni koji dovoze drenažni materijal kreću po „nasipu“ debljine minimalno 1,0 m između točkova i folije, ili po zaštitnim pločama od betona ili čelika;
- > da na postavljeni drenažni sloj ulaze samo vozila i druge mašine sa remenim prenosom ili niskim pritiskom u pneumaticima.

Prilikom radova na postavljanju nije dozvoljeno guranje drenaže buldožerima ili sličnim mašinama koje mogu izazvati pritisak na polimersku membranu. Drenažni materijal se „valja“ ili „polaže“ pomoću npr. mašina za iskopavanje na remenima ili slično.

Sa postavljanjem drenažnog materijala na kosinama počinje se od podnožja kosine.

Nakon postavljanja drenažnog materijala, iskopavanja npr. radi postavljanja drenažnih cijevi i filterskog materijala se mogu vršiti samo ručno, a sve iskopane rovove vizuelno provjerava i odobrava Inženjer prije postavljanja drenažnih cijevi.

Pri postavljanju filterskog materijala oko drenažnih cijevi mora se voditi računa o projektovanim dimenzijama filterskog materijala.

Kosine

Kod dužih sjevernih kosina treba razmotriti mogućnost da se ne postavlja cijeli drenažni sloj (npr. samo posljednjih 20 m), pošto postoji rizik od klizanja drenažnog sloja usljed jake kiše (što može uništiti geotekstil, a u najgorem slučaju i PEHD foliju). Ovaj rizik zavisi i od karakteristika šljunka koji se koristi za drenažni sloj. Ukoliko to Inženjer odobri, Izvođač može sačuvati određenu količinu materijala za drenažni sloj, a operater može naknadno tokom rada deponije postavljati drenažni sloj uporedo sa popunjavanjem.

Zahtjevi, dozvoljena odstupanja i provjere

Dozvoljena odstupanja, zahtjevi i provjere za drenažni sloj i filterske materijale:

Parametar	Zahtjev		Ispitivanja
	Vrijednost	Odstupanje	Br.
<u>Vertikalno poravnanje:</u>			
- Nivo na kosinama	Projektovano poravnanje	+/- 0,10 m	25 na 10.000 m ²
- Nivo na dnu čelije		+/- 0,05 m	25 na 10.000 m ²
- Debljina drenažnog sloja	0,50 m	+0,05m / - 0,03m	25 na 10.000 m ²
- Debljina filterskog materijala	Projektovana debljina	+/- 0,03m	1 na 25 m
<u>Koeficijent propusnosti y</u>	$k > 10^{-3}$ m/s	nema	1 na 1.000 m ³
<u>Granulometrijski sastav</u>	Projektovane vrijednosti	NA	1 na 500 m ³

Izvođač je dužan Inženjeru dostaviti karakteristike i rezultate ispitivanja materijala koje namjerava koristiti koje Inženjer mora odobriti prije prve isporuke na radilište.

3.6 Cijevi

3.6.1 Opšte

Radovi pri ugradnji cijevi na deponiji uključuju:

- Ugradnja drenažni cijevi na novim ćelijama
- Cijevi za transport procjednih voda od ćelije do laguneLeachate transport pipes between cell and leachate pond
- Cijevi za prikupljanje gasa
- Prihvatna okna, upojna okna i spojne cijevi koje povezuju lagunuu

3.6.2 Drenažne cijevi

Drenažne cijevi za prikupljanje gasa moraju biti perforirane Ø90 mm HDPE PE 100 cijevi, klasa pritiska SDR17, sa sljedećim karakteristikama drenažnih otvora:

- > Širina drenažnih otvora: 6 mm +/- 1 mm
- > Dužina drenažnih otvora: 35 - 50 mm
- > Razmak između otvora: min. 40 mm
- > Površina otvora po m: min. 300 cm²/ m.

Otvori moraju biti pozicionirani tako da presjek cijevi nema otvora. Otvori su raspoređeni vertikalno u odnosu na dužinu cijevi. Ivice otvora moraju biti oštre i jednoobrazne bez hrapavih dijelova, krhotina ili istopljenih površina.

Drenažne cijevi za prikupljanje procjednih voda iz tijela deponije moraju biti perforirane Ø315 mm HDPE PE 100 cijevi, klasa pritiska SDR17, sa sljedećim karakteristikama drenažnih otvora:

- > Širina drenažnih otvora: 6 mm +/- 1 mm
- > Dužina drenažnih otvora: 35 - 50 mm
- > Razmak između otvora: min. 40 mm
- > Površina otvora po m: min. 300 cm²/ m.

Otvori moraju biti pozicionirani tako da na donjih 75° - 90° presjeka cijevi nema otvora. Otvori su raspoređeni vertikalno u odnosu na dužinu cijevi. Ivice otvora moraju biti oštre i jednoobrazne bez hrapavih dijelova, krhotina ili istopljenih površina.

Za svaku promjenu smjera postavljenih drenažnih cijevi koristi se cijevni spojni lakat sa savijanjem od maksimalno 15° ili spojni laktovi sa radijusom savijanja od min. 1.0 m. Spojni laktovi bez drenažnih otvora su prihvatljivi.

Drenažne cijevi se spajaju spojnica, čeonim zavarivanjem ili zavarivanjem sa elektro spojnica. Fazonske komade za drenažne cijevi proizvodi ili odobrava proizvođač drenažnih cijevi.

Prije isporuke drenažnih cijevi na radilište, Izvođač dostavlja Inženjeru na odobravanje informaciju o nazivu proizvođača uz uzorak drenažne cijevi i podatke o metodi spajanja.

3.6.3 Opšti zahtjevi pri ugradnji cijevi

Sve cijevi i dijelovi za sastavljanje prema potpisanom Ugovoru moraju biti prve kvalitete, kružne i jednolične debljine, bez razmjera, lameliranja i drugih nedostataka, te moraju biti projektirani na prikladne radne pritiske i temperaturu.

Radovi na cjevovodu moraju biti uređeni kako bi se olakšala demontaža i uklanjanje crpki ili većih dijelova postrojenja.

Razdjelni i rastavljivi spojevi moraju biti tipa čahure i dvostruke prirubnice. Demontažni spojevi moraju biti u stanju izdržati ukupna naponska opterećenja od maksimalnog pritiska koji se pojavljuje u cijevima.

Priključak za prirubnicu mora biti uključen u cijev za usisavanje i isporuku svih crpki, gdje je to primjenjivo.

Svi cjevovodi moraju biti adekvatno potkrijepljeni namjenskim pričvršćivanjem. Pri prolasku kroz zidove cjevovod mora imati prirubnicu.

Svaka sila i trenutak koji se mogu pojaviti u postrojenju mogu se kompenzirati odgovarajućim položajem čvrstih fiksacija, dilatacijskih spojeva i kliznih nosača.

Crpne i tlačne cijevi moraju biti ocijenjene za najmanje PN 10.

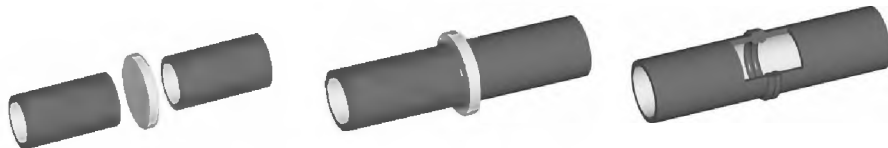
3.6.4 Spajanje PEHD cijevi

Kada je riječ o spajanju PEHD cijevi, postoji nekoliko metoda koje se uobičajeno koriste, pri čemu svaka od njih ima svoje prednosti i nedostatke. Preporučuju se čeono i elektrofuziono zavarivanje, uglavnom zbog lakoće i brzine postavljanja, potrebe za specijaliziranom opremom i iskusnim osobljem, kao i jačine i pouzdanosti spojeva.

Zavarivanje cijevi vrši se u skladu sa zahtjevima standarda ISO 10839:2000 *Polyethylene pipes and fittings for the supply of gaseous fuels -- Code of practice for design, handling and installation*, i standarda ISO 12176-1:2017 i ISO 12176-2:2008 Plastične cijevi i spojni elementi –Oprema za spajanje polietilenskih sistema.

Čeono zavarivanje

Čeono zavarivanje (ili čeona fuzija) je termofuzioni proces koji podrazumijeva istovremeno zagrijavanje krajeva dva elementa koji se spajaju sve dok se ne postigne taljenje na obje kontaktne površine čime se dobija trajan, ekonomičan i protočan spoj.



Dvije površine se potom spajaju pod kontrolisanim pritiskom koji se održava tokom procesa hlađenja, a nakon hlađenja stvara se homogena fuzija. Na ovaj način dobija se spoj koji je otporan na osni potisak i ima dobre performanse pod pritiskom na cijev.

Za ovu metodu spajanja potrebna je električna grijaća ploča pomoću koje se zagrijevaju dva kraja cijevi do postizanja odgovarajuće temperature za fuziju, a metoda se koristi za spajanje materijala

kategorije PE63, PE80 i PE100 za cijevi veličine 32mm i veće istog standardnog dimenzionog odnosa (SDR). Kod spajanja cijevi pomoću tehnika čeonog zavarivanja.

Važni koraci kod pravljenja čeonih spojeva su:

Priprema za zavarivanje:

- Osigurati uslove rada koji omogućavaju ponovljivost i reproducibilnost, odnosno suho, čisto i stabilno radno mjesto do tačke fuzije
- Voditi računa o korištenju čiste i odgovarajuće opreme
- Koristiti isključivo obučeno osoblje
- Napraviti preliminarne procedure za zavarivanje
- Zavarivanje vršiti u skladu sa preliminarним procedurama za zavarivanje
- Izvršiti vizuelnu inspekciju zavarenog dijela
- Izvršiti mehanička ispitivanja zavarenih dijelova
- Praviti izmjene u procesu sve dok svi aspekti ne budu zadovoljavajući
- Nastaviti sa procesom zavarivanja i obavezno evidentirati sve značajne parametre
- Koristiti kontrolne liste radi tačnog praćenja svih značajnih koraka i parametara

Postupak zavarivanja:

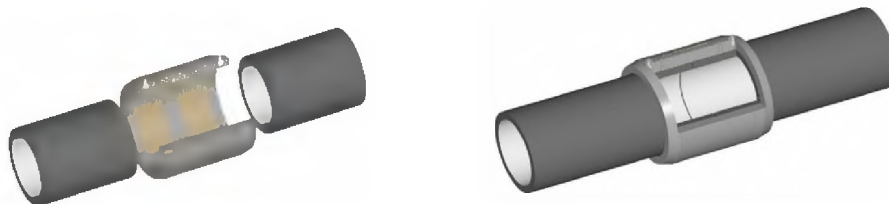
- Umetnuti cijevi u stezne čeljusti tako da krajevi budu naslonjeni na trimer, a površine koje se zavaruju stoje paralelno
- Elemente poravnati i nivelisati uz pomoć valjaka
- Izvršiti stezanje krajeva cijevi
- Pomoću trimera za ravnanje cijevi odstranjivati strugotine sa obje površine
- Provjeriti da nema vidljivog razmaka između izravnatih površina
- Postaviti grijaću ploču i stezaljkama stegnute površine koje se spajaju tako da dodiruju ploču
- Koristiti hidraulički sistem, primijeniti prethodno definiran pritisak
- Održavati pritisak dok cijev ne počne da se topi i dok se na oba kraja ne formira prsten taline visine 2-3 mm
- Voditi računa da se cijevi ne pomjeraju u stezaljkama. Krajevi cijevi moraju stalno biti u dodiru sa grijaćom pločom
- Nakon što istekne vrijeme zagrijavanja, odmaknuti grijaću ploču vodeći računa da ploča ne dodiruje istopljene površine
- Odmah izvršiti stezanje i spojiti otopljene površine koristeći prethodno definirani pritisak
- Održavati pritisak do isteka vremena hlađenja

Elektrofuzija

Druga tehnika u kojoj se primjenjuje metoda toplotne fuzije je elektrofuzija. Postupak elektrofuzionog zavarivanja trenutno se smatra najnaprednijom, najekonomičnijom i najsigurnijom metodom spajanja polietilenskih cijevi.

U postupku spajanja koristi se toplota korištenjem električne struje za taljenje unutrašnje površine spojnog elementa i vanjske površine cijevi čime se dobija potpuno homogen spoj koji je jači od same cijevi. Zahvaljujući raznovrsnosti primjene, elektrofuzija se može koristiti za zavarivanje

cijevi i spojnih elemenata od različitih PE materijala i različite debljine pod uslovom da se indeks tečenja taljevine i gustina sirovog materijala podudaraju.



Druga značajna prednost elektrofuzije je to što je ona naročito pogodna za instalacije kojima je otežan pristup, na primjer u rovovima ili oko drugih cijevi.

Elektrofuziono zavarivanje vrši kvalifikovan zavarivač i on se sastoji od sljedećih koraka:

Priprema za zavarivanje:

- Osigurati uslove rada koji omogućavaju ponovljivost i reproducibilnost, odnosno suho, čisto i stabilno radno mjesto do tačke fuzije
- Voditi računa o korištenju čiste i odgovarajuće opreme
- Koristiti isključivo obučeno osoblje
- Napraviti preliminarne procedure za zavarivanje
- Zavarivanje vršiti u skladu sa preliminarним procedurama za zavarivanje
- Izvršiti vizuelnu inspekciju zavarenog dijela
- Izvršiti mehanička ispitivanja zavarenih dijelova
- Praviti izmjene u procesu sve dok svi aspekti ne budu zadovoljavajući
- Nastaviti sa procesom zavarivanja i obavezno evidentirati sve značajne parametre
- Koristiti kontrolne liste radi tačnog praćenja svih značajnih koraka i parametara

Postupak zavarivanja:

- Provjeriti da li je cijev odrezana pod uglom od 90°
- Označiti mjesto zavarivanja i sastrugati oksidni sloj
- Očistiti sastruganu površinu cijevi i spojnog elementa (izbjegavajući dodirivanje mjesta zavarivanja)
- Označiti dužinu umetanja (pola dužine spojnog elementa) na oba kraja cijevi koje se spajaju, po potrebi elemente pričvrstiti
- Kraj cijevi ugurati u spojnicu. Kod većih promjera pri spajanju se može koristiti plastični čekić
- Započeti proces fuzije, uz primjenu faze predgrijavanja po potrebi
- Sačekati da istekne vrijeme hlađenja i provjeriti kvalitet fuzije
- Na cijevi obilježiti parametre fuzije

3.7 Putevi i asfaltna područja

3.7.1 Opšte

Izvođač će, ako bude potrebno, uspostaviti pristupne i unutarnje saobraćajnice. Izvođač će također popraviti privremene saobraćajnice korištene tokom izgradnje u slučaju nastanka štete.

Trasa saobraćajnice treba biti izrađena od sljedećih tipova profila (navedenih odozdo):

Tip 1: Pristupna cesta (unutarnja i vanjska)

- 0,25 m Bazno grubo
- 0,20 m mehanički stabilizirani šljunak
- 0,08 m niska gustoća, asfaltni beton uključujući vezivo
- 0,03 m Visoka gustoća habanja, asfalt beton.

Tip 2: Unutarnje prometnice

- 0,15 m osnovni grubi
- 0,10 m mehanički stabilizirani šljunak.

Ako se podnožje servisne ceste nalazi u stabilnoj i propusnoj geološkoj formaciji, bazni grubi sloj može izostatati. Potrebu za prethodno iskopavanje bazne podloge procjenjuje Glavni inženjer, a on odlučuje za koja područja se može isključiti temeljni put.

Ostale vrste šljunka ili asfalta mogu biti predložene od strane izvođača. Ostali šljunak i asfalt moraju imati višu ili jednaku čvrstoću i stepen ugradnje.

Materijali korišteni u radu moraju zadovoljavati sve zahtjeve kvalitete iz potpisanog Ugovora. Svi materijali moraju biti ispitani i odobreni prije upotrebe. Izvođač će obavijestiti inženjera o izvorima materijala i inženjer će odobriti izvore prije isporuke materijala na gradilište. Ako izvor materijala ne ispunjava zahtjeve specifikacije, izvođač mora dostaviti materijal iz drugih izvora. Isporka materijala proizvedenih iz proizvodnih procesa mora biti popraćena potvrdom proizvođača i izvješćem o ispitivanju koje pokazuju da su materijali u skladu sa zahtjevima specifikacije.

Izvođač je dužan obaviti vlastitu procjenu i sva potrebna testiranja te podnijeti svoje predložene metode rada i rezultate ispitivanja svih materijala koje namjerava koristiti za odobrenje inženjera.

Podloga za izgradnju kolnika treba zbiti do čvrstoće od najmanje 10 MPa.

Izvođač mora pripremiti radne nacрте lokacija i konstrukcije (poprečni presjek) ivičnjaka, koje će odobriti inženjer.

Specifikacije koriste međunarodne norme i standarde.

Materijali koji nisu u skladu sa zahtjevima specifikacija bit će odbačeni i odmah uklonjeni s mjesta radova, osim ako inženjer ne navede drugačije. Nikakav odbijeni materijal, čiji nedostaci nisu ispravljeni, neće se koristiti dok se ne odobri inženjer.

3.7.2 Modul elastičnosti završenih saobraćajnica cesta i drugih asfaltnih površina

Modul elastičnosti završenih saobraćajnica i drugih asfaltnih površina treba biti najmanje 150 MPa.

Izvođač je dužan izvršiti adekvatna ispitivanja kako bi odredio modul elastičnosti za završenu površinu kolnika za svaku zasebnu saobraćajnicu i asfaltnu površinu. Prvo ispitivanje mora se

obaviti prilikom početka izgradnje ceste ispod kolovoza, kako bi se ispitala mogućnost postizanja tražene vrijednosti za navedenu strukturu kolnika s navedenim materijalom koji se koristi. Daljnja ispitivanja provodit će se na svakih 200 m (ili 1.000 m² asfaltnog područja) duž dovršene ceste i drugih asfaltnih površina kako bi se dokazala njegova kvaliteta. U slučaju da navedena vrijednost nije postignuta, Izvođač treba da se konsultuje s Glavnim Inženjerom.

Kolovoz se postavlja na pripremljenu površinu koji se sastoji od drobljenih stijena gdje je to moguće, u suprotnom od prirodnog podtla koje se nalazi na datoj lokaciji.

U svim slučajevima modul elastičnosti zbijenog sloja mora biti najmanje $E_o = 30$ MPa.

Donji sloj - temeljni sloj - cestovnog kolnika od lomljenog kamena mora imati modul elastičnosti minimalno $E_o = 300$ MPa.

Umjesto mehaničkog stabiliziranog šljunka, donji sloj cestovnog kolnika može biti izrađen od drobljenog kamena ili riječnog šljunka. U tom slučaju traženi modul elastičnosti sloja temeljnog sloja je $E_o = 150$ MPa (BSS 8991-82).

Asfaltno betonski kolnik mora imati modul elastičnosti 1000 MPa za sloj niske gustoće i 1200 MPa za sloj visoke gustoće (BSS 4132-90).

Prilikom polaganja različitih slojeva asfaltnog betona treba obratiti posebnu pozornost na dobru vezu između slojeva. To se postiže prskanjem sloja asfaltnog betona niske gustoće s vrućim tekućim bitumenom.

3.7.3 Odstupanja

Dopuštena odstupanja u geometrijskim dimenzijama zemljane prekrivke su sljedeća:

Odstupanja geometrijskih dimenzija za ceste:

Element	Tolerance		
	do širine	do nivoa profilne linije	Poravnanje
Posteljica	± 5 cm	5 cm	-

Dopuštena vertikalna tolerancija u geometrijskim dimenzijama slojeva kolnika je kako slijedi:

Tolerancija u vertikalnim dimenzijama za ceste:

Element	Odstupanja			
	Širina	Okomito poravnanje	Poravnanje (mjereno štapom od 4 m)	Modul elastičnosti E_o
Posteljica	± 5 cm	5 cm	-	10 %
Baza i podtlo asfaltne površine	± 5 cm	4 cm	20 mm	10 %
Oblaganje kolnika	± 5 cm	3 cm	15 mm	0 %

3.7.4 Nagibi

Nema zahtjeva za minimalnim uzdužnim nagibom.

Poprečni nagib kolnika i posteljice mora biti najmanje 2%, ako na crtežima nije drugačije prikazano.

Na kružnim dionicama ceste maksimalni poprečni nagib posteljice i cestovnog kolnika ne smije prelaziti 4% ako nije drugačije prikazano na crtežima.

3.8 Objekti

Stalni objekti neće biti na predmetnoj lokaciji izvođenja radova.

3.9 Pejzaž

3.9.1 Opšte

Radovi vezani uz uređenje okoliša obuhvaćaju:

- Sjetva trave na sloju gornjeg sloja tla
- Zasađivanje drveća na lokaciji datog područja

Izvođač radova mora osigurati da gotove površine izgledaju glatke i bez kamenja većih od 50 mm.

3.9.2 Materijal

Instalacija površinskog sloja tla se vrši iz iskopa na lokaciji deponije ili se nabavlja sa drugih lokacija.

Sjeme trave mora biti iste vrste i kvalitete koje su prikladne za ovo specifično područje. Poželjni su tipovi trave koja preovladava u datom području.

Drveće koje je zasađeno u ulaznom području također treba da bude iste vrste koja preovladava na datom području.

Plan uređenja odobrava Glavni inženjer prije početka sadnje.

3.9.3 Upravljanje

Prije sjetve trave izravnavanje i zaglađivanje površinskog sloja tla odobrava inženjer.

Izvođač je odgovoran za održavanje (navodnjavanje i rezanje) i, ako je potrebno, za zamjenu područja s mrtvom travom / stablima tijekom razdoblja izgradnje.

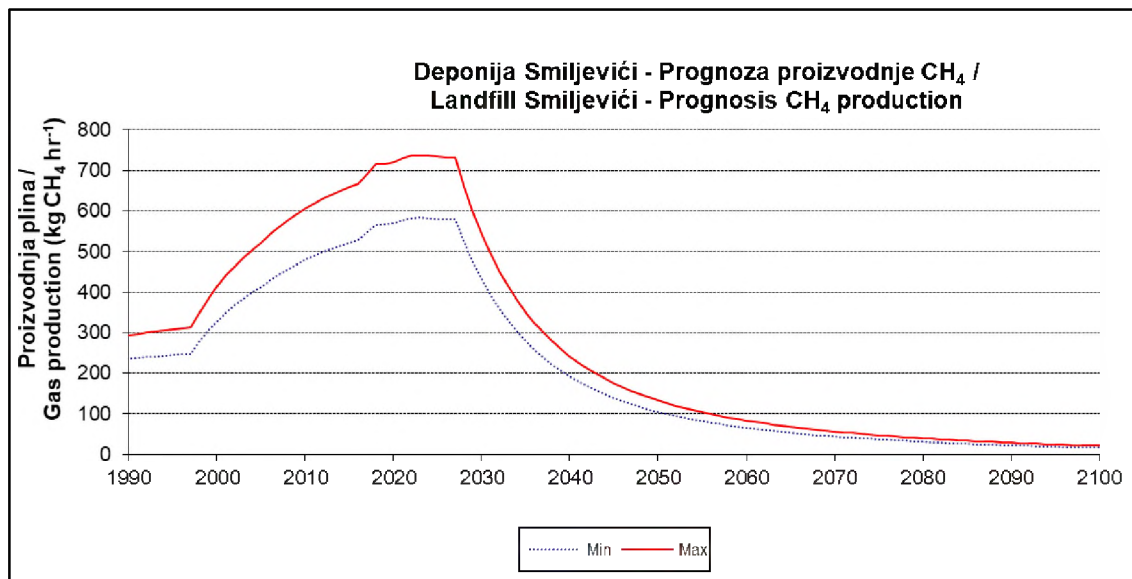
Prilog B Procjena proizvodnje plina

Parametri izračuna

Smiljevići		Naziv deponije		Proizvodnja gasa u:	
2019		Početak odlaganja		kg CH4	
Parametar	Jedinica	Min	Max	IPCC Metoda kalkulacije je korištena za ovaj model $[OC]_t^{dostupno} = Kolicina \cdot otpadafOC_j \cdot [OC]_{MIN/MAX} \quad (t = i)$$[OC]_t^{degradirano} = [OC]_t^{dostupno} \cdot 1 - \exp^{-b_j}$$CH_4 \text{ produkcija} = a \cdot \zeta \cdot [CH_4] \cdot \sum_{t=i}^n [OC]_t^{degradirano} \quad (kg \cdot a^{-1})$$a \cdot \zeta \cdot [CH_4] \cdot \sum_{t=i}^n [OC]_t^{degradirano}$$CH_4 \text{ produkcija} = \frac{0.714}{\sum_{t=i+1}^n [OC]_t^{dostupno} + [OC]_t^{dostupno} - [OC]_t^{degradirano}} \quad (m^3 \cdot a^{-1})$$[OC]_{t=i+1}^{dostupno} = [OC]_{t=i}^{dostupno} - [OC]_t^{degradirano} \quad (t = i + 1)$	
Sredina životnog vijeka					
Ubrzano	Godina	3.7	3.7		
Umjereno	Godina	7	7		
Sporo	Godina	23	23		
K-vrijednost					
Ubrzano	Godina ⁻¹	0.187	0.187		
Umjereno	Godina ⁻¹	0.099	0.099		
Sporo	Godina ⁻¹	0.030	0.030		
Učinkovitost povrata gasa					
Nisko	%	50	50		
Visoko	%	70	70		
Nakon zatvaranja	%	90	90		
Promjenjivo					
Vrijeme kašnjenja	Godina	1	1		
a (frakcije metana)	-	0.5	0.5		
ζ (disimilacija)	-	0.7	0.7		

Kategorije otpada	Distribucija frakcija organskog ugljika u				Distribucija frakcija organskog ugljika u otpadu				Sadržaj organskog ugljika (kg.tona vlažnog otpada ⁻¹)	
	MIN				MAX					
Kategorija	Ubrzano	Umjereno	Sporo	Inertno	Ubrzano	Umjereno	Sporo	Inertno	MIN	MAX
Komercijalni otpad	5%	30%	30%	35%	7%	30%	30%	33%	120	140
Tlo i rezidualni ostaci dekontaminiranog tla	0%	4%	14%	82%	0%	6%	18%	76%	17	19
Otpad od čišćenja ulica	10%	20%	30%	40%	12%	22%	40%	26%	66	74
Sredinani otpad	0%	10%	30%	60%	0%	15%	35%	50%	38	42
Otpad iz domaćinstava	18%	33%	18%	31%	22%	37%	22%	19%	134	146
Kabasti otpad	5%	15%	40%	40%	7%	18%	40%	35%	104	108
Nije definirano	5%	15%	30%	50%	7%	18%	30%	45%	56	64
Nije definirano	5%	15%	30%	50%	7%	18%	30%	45%	56	64

Procijenjena proizvodnja metana iz budućeg otpada



	Produkcija CH ₄		Produkcija CH ₄		CH ₄ Ekstrakcija	Kumulativna produkcija CH ₄		Kumulativna ekstrakcija CH ₄
					50%			
Godina	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MAX	MIN
	kg.h-1	kg.h-1	kg god-1	kg god-1	kg.h-1	1000 tona	1000 tona	1000 tona
1964	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0
1965	26.0	0.0	227392	0	13.0			
1966	48.8	33.1	427739	290162	24.4			
1967	69.0	62.2	604766	545310	34.5			
1968	86.9	87.9	761637	770331	43.5			
1969	102.9	110.7	901048	969374	51.4			
1970	117.0	130.8	1025298	1145965	58.5			
1971	129.7	148.8	1136352	1303106	64.9			
1972	141.1	164.8	1235894	1443357	70.5			
1973	151.3	179.1	1325366	1568904	75.6			
1974	160.5	192.0	1406009	1681620	80.3			
1975	168.8	203.6	1478894	1783110	84.4			
1976	176.4	214.0	1544942	1874756	88.2			
1977	183.2	223.5	1604951	1957744	91.6			
1978	189.5	232.1	1659614	2033101	94.7			
1979	195.2	239.9	1709531	2101713	97.6			
1980	200.4	247.1	1755227	2164351	100.2			
1981	205.2	253.6	1797157	2221680	102.6			
1982	209.6	259.6	1835722	2274283	104.8			
1983	213.6	265.1	1871271	2322667	106.8			
1984	217.4	270.2	1904113	2367276	108.7			
1985	220.8	274.9	1934517	2408499	110.4			
1986	224.1	279.3	1962723	2446676	112.0			
1987	227.0	283.3	1988941	2482110	113.5			
1988	229.8	287.1	2013360	2515065	114.9			
1989	232.4	290.6	2036144	2545777	116.2			
1990	234.9	293.9	2057443	2574452	117.4			
1991	237.1	296.9	2077386	2601276	118.6			
1992	239.3	299.8	2096093	2626414	119.6			
1993	241.3	302.5	2113668	2650011	120.6			
1994	243.2	305.0	2130206	2672199	121.6			
1995	245.0	307.4	2145792	2693095	122.5			
1996	246.6	309.7	2160500	2712804	123.3			
1997	248.2	311.8	2174402	2731422	124.1			
1998	278.2	350.1	2436605	3066829	139.1			
1999	304.6	383.9	2668499	3362956	152.3			
2000	328.1	413.8	2874212	3625227	164.1			
2001	349.0	440.4	3057257	3858249	174.5			
2002	367.7	464.1	3220628	4065939	183.8			
2003	384.3	485.3	3366880	4251637	192.2			
2004	399.3	504.4	3498203	4418194	199.7			
2005	412.8	521.5	3616469	4568048	206.4			
2006	429.1	542.1	3758926	4748764	214.6			
2007	443.7	560.6	3887085	4911173	221.9			
2008	456.9	577.4	4002724	5057586	228.5			
2009	468.9	592.5	4107371	5189985	234.4			
2010	479.7	606.2	4202344	5310074	239.9			
2011	489.6	618.6	4288779	5419318	244.8			
2012	498.6	630.0	4367662	5518986	249.3			
2013	506.8	640.4	4439843	5610172	253.4			
2014	514.4	650.0	4506066	5693828	257.2			
2015	521.3	658.8	4566976	5770778	260.7			
2016	527.8	666.9	4623136	5841742	263.9			
2017	547.6	692.1	4796730	6062629	273.8			
2018	565.3	714.6	4952027	6259969	282.6			
2019	566.7	716.3	4964484	6274910	283.4			

	Produkcija CH ₄		Produkcija CH ₄		CH ₄ Ekstrakcija	Kumulativna produkcija CH ₄		Kumulativna ekstrakcija CH ₄
					50%			
Godina	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MAX	MIN
	kg.h-1	kg.h-1	kg god-1	kg god-1	kg.h-1	1000 tona	1000 tona	1000 tona
2020	570.5	721.1	4997909	6316815	285.3			
2021	576.5	728.7	5050382	6383154	288.3			
2022	582.9	736.8	5106629	6454376	291.5			
2023	583.1	737.0	5108165	6455832	291.6	188.6	295.9	2.6
2024	582.3	735.9	5100990	6446334	291.2	192.4	296.6	5.1
2025	580.5	733.6	5085569	6426467	290.3	195.8	297.3	7.6
2026	578.9	731.6	5071466	6408430	289.5	199.0	297.9	10.2
2027	578.5	731.0	5067480	6403422	289.2	201.9	298.5	12.7
2028	522.7	659.8	4578622	5779774	261.3	204.5	299.1	15.0
2029	473.7	597.4	4149356	5233312	236.8	206.9	299.6	17.1
2030	430.5	542.6	3771414	4753172	215.3	209.2	300.1	19.0
2031	392.4	494.3	3437768	4330141	196.2	211.3	300.7	20.7
2032	358.7	451.6	3142437	3956393	179.4	213.2	301.1	22.3
2033	328.8	413.8	2880322	3625270	164.4	215.0	301.6	23.7
2034	302.2	380.3	2647068	3331096	151.1	216.7	302.1	25.0
2035	278.4	350.3	2438950	3069026	139.2	218.3	302.5	26.2
2036	257.2	323.6	2252772	2834916	128.6	219.7	303.0	27.4
2037	238.1	299.7	2085791	2625214	119.1	221.1	303.4	28.4
2038	221.0	278.2	1935645	2436870	110.5	222.4	303.8	29.4
2039	205.5	258.8	1800298	2267261	102.8	223.6	304.2	30.3
2040	191.6	241.3	1677990	2114123	95.8	224.8	304.5	31.1
2041	178.9	225.5	1567195	1975502	89.5	225.8	304.9	31.9
2042	167.4	211.2	1466593	1849707	83.7	226.9	305.2	32.6
2043	157.0	198.1	1375032	1735270	78.5	227.8	305.6	33.3
2044	147.4	186.2	1291510	1630912	73.7	228.7	305.9	34.0
2045	138.7	175.3	1215151	1535523	69.4	229.6	306.2	34.6
2046	130.7	165.3	1145188	1448131	65.4	230.4	306.5	35.1
2047	123.4	156.2	1080949	1367885	61.7	231.2	306.8	35.7
2048	116.6	147.7	1021843	1294041	58.3	232.0	307.1	36.2
2049	110.4	139.9	967350	1225942	55.2	232.7	307.4	36.7
2050	104.7	132.8	917009	1163011	52.3	233.4	307.7	37.1
2051	99.4	126.1	870416	1104739	49.7	234.0	307.9	37.6
2052	94.4	119.9	827209	1050674	47.2	234.6	308.2	38.0
2053	89.8	114.2	787068	1000419	44.9	235.2	308.4	38.4
2054	85.6	108.9	749711	953617	42.8	235.8	308.7	38.8
2055	81.6	103.9	714882	909953	40.8	236.4	308.9	39.1
2056	77.9	99.2	682357	869146	38.9	236.9	309.1	39.5
2057	74.4	94.9	651932	830945	37.2	237.4	309.3	39.8
2058	71.2	90.8	623426	795125	35.6	237.9	309.5	40.1
2059	68.1	86.9	596678	761484	34.1	238.3	309.7	40.4
2060	65.2	83.3	571539	729841	32.6	238.8	309.9	40.7
2061	62.5	79.9	547880	700034	31.3	239.2	310.1	41.0
2062	60.0	76.7	525582	671916	30.0	239.6	310.3	41.2
2063	57.6	73.7	504537	645355	28.8	240.0	310.5	41.5
2064	55.3	70.8	484648	620231	27.7	240.4	310.7	41.7
2065	53.2	68.1	465828	596436	26.6	240.8	310.8	41.9
2066	51.1	65.5	447998	573873	25.6	241.2	311.0	42.2
2067	49.2	63.1	431084	552451	24.6	241.5	311.1	42.4
2068	47.4	60.7	415023	532091	23.7	241.8	311.3	42.6

	Produkcija CH ₄		Produkcija CH ₄		CH ₄ Ekstrakcija	Kumulativna produkcija CH ₄		Kumulativna ekstrakcija CH ₄
					50%			
Godina	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MAX	MIN
	kg.h-1	kg.h-1	kg god-1	kg god-1	kg.h-1	1000 tona	1000 tona	1000 tona
2069	45.6	58.5	399753	512719	22.8	242.2	311.4	42.8
2070	44.0	56.4	385221	494267	22.0	242.5	311.6	43.0
2071	42.4	54.4	371376	476674	21.2	242.8	311.7	43.2
2072	40.9	52.5	358174	459884	20.4	243.1	311.9	43.3
2073	39.4	50.7	345572	443846	19.7	243.3	312.0	43.5
2074	38.1	48.9	333533	428513	19.0	243.6	312.1	43.7
2075	36.8	47.2	322022	413842	18.4	243.9	312.2	43.8
2076	35.5	45.6	311006	399793	17.8	244.1	312.4	44.0
2077	34.3	44.1	300455	386329	17.1	244.4	312.5	44.2
2078	33.1	42.6	290344	373418	16.6	244.6	312.6	44.3
2079	32.0	41.2	280646	361027	16.0	244.8	312.7	44.4
2080	31.0	39.9	271339	349128	15.5	245.1	312.8	44.6
2081	30.0	38.5	262401	337695	15.0	245.3	312.9	44.7
2082	29.0	37.3	253812	326703	14.5	245.5	313.0	44.8
2083	28.0	36.1	245554	316129	14.0	245.7	313.1	45.0
2084	27.1	34.9	237610	305952	13.6	245.9	313.2	45.1
2085	26.3	33.8	229963	296152	13.1	246.1	313.3	45.2
2086	25.4	32.7	222600	286712	12.7	246.3	313.4	45.3
2087	24.6	31.7	215506	277613	12.3	246.4	313.5	45.4
2088	23.8	30.7	208669	268839	11.9	246.6	313.6	45.5
2089	23.1	29.7	202076	260377	11.5	246.8	313.6	45.6
2090	22.3	28.8	195717	252211	11.2	246.9	313.7	45.7
2091	21.6	27.9	189580	244330	10.8	247.1	313.8	45.8
2092	21.0	27.0	183657	236719	10.5	247.2	313.9	45.9
2093	20.3	26.2	177937	229368	10.2	247.4	313.9	46.0
2094	19.7	25.4	172413	222266	9.8	247.5	314.0	46.1
2095	19.1	24.6	167075	215402	9.5	247.7	314.1	46.2
2096	18.5	23.8	161917	208768	9.2	247.8	314.1	46.2
2097	17.9	23.1	156930	202352	9.0	247.9	314.2	46.3
2098	17.4	22.4	152108	196148	8.7	248.1	314.3	46.4
2099	16.8	21.7	147445	190147	8.4	248.2	314.3	46.5
2100	16.3	21.0	142935	184341	8.2	248.3	314.4	46.5
2101	15.8	20.4	138570	178722	7.9	248.4	314.4	46.6
2102	15.3	19.8	134347	173284	7.7	248.5	314.5	46.7
2103	14.9	19.2	130260	168020	7.4	248.6	0.0	46.7
2104	14.4	18.6	126303	162923	7.2	248.7	0.0	46.8
2105	14.0	18.0	122472	157988	7.0	248.8	0.0	46.9
2106	13.6	17.5	118762	153209	6.8	248.9	0.0	46.9
2107	13.1	17.0	115170	148580	6.6	249.0	0.0	47.0
2108	12.8	16.4	111691	144096	6.4	249.1	0.0	47.0
2109	12.4	16.0	108320	139752	6.2	249.2	0.0	47.1
2110	12.0	15.5	105055	135543	6.0	249.3	0.0	47.1
2111	11.6	15.0	101891	131465	5.8	249.4	0.0	47.2
2112	11.3	14.6	98826	127513	5.6	249.5	0.0	47.2
2113	10.9	14.1	95855	123683	5.5	249.6	0.0	47.3
2114	10.6	13.7	92976	119971	5.3	249.6	0.0	47.3
2115	10.3	13.3	90186	116373	5.1	249.7	0.0	47.4
2116	10.0	12.9	87481	112885	5.0	249.8	0.0	47.4
2117	9.7	12.5	84859	109504	4.8	249.9	0.0	47.5
2118	9.4	12.1	82317	106226	4.7	249.9	0.0	47.5
2119	9.1	11.8	79853	103048	4.6	250.0	0.0	47.5

Prilog C Crteži

Spisak crteža:

Postojeće stanje:

- › A110036-005.3-101: Lokacija Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići (1:25000)
- › A110036-005.3-102: Postojeća situacija (1:5000)
- › A110036-005.3-103: Geodetska situacija postojećeg stanja (1:5000)
- › A110036-005.3-104: Mjerodavni uzdužni presjek postojećeg stanja (1:2500)

Zatvaranje dijela deponije:

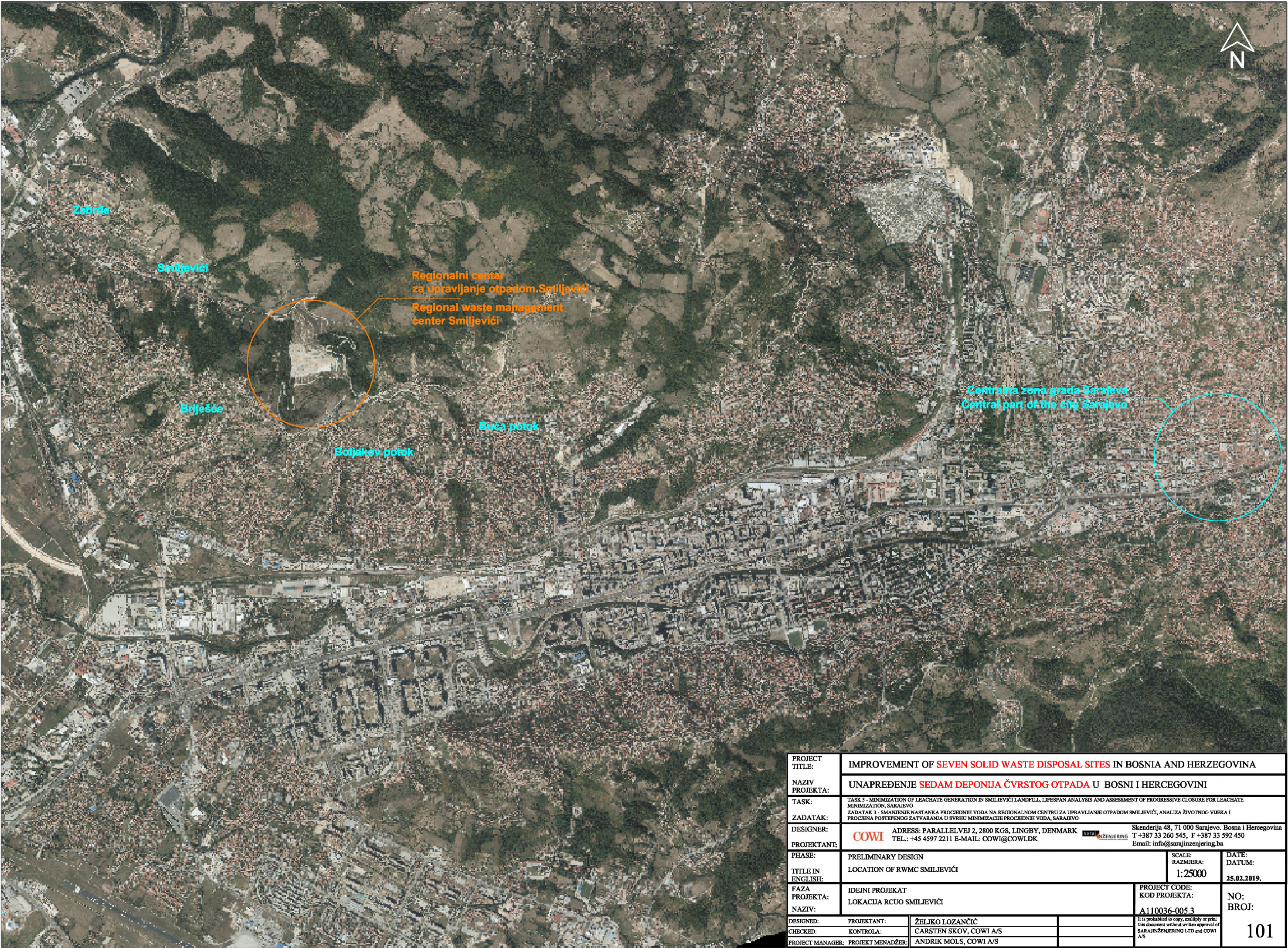
- › A110036-005.3-201: Situacija (1:2500)
- › A110036-005.3-202: Uzdužni profil (1:1000)
- › A110036-005.3-203: Poprečni profili (1:2000)

Nastavak aktivne plohe deponije:

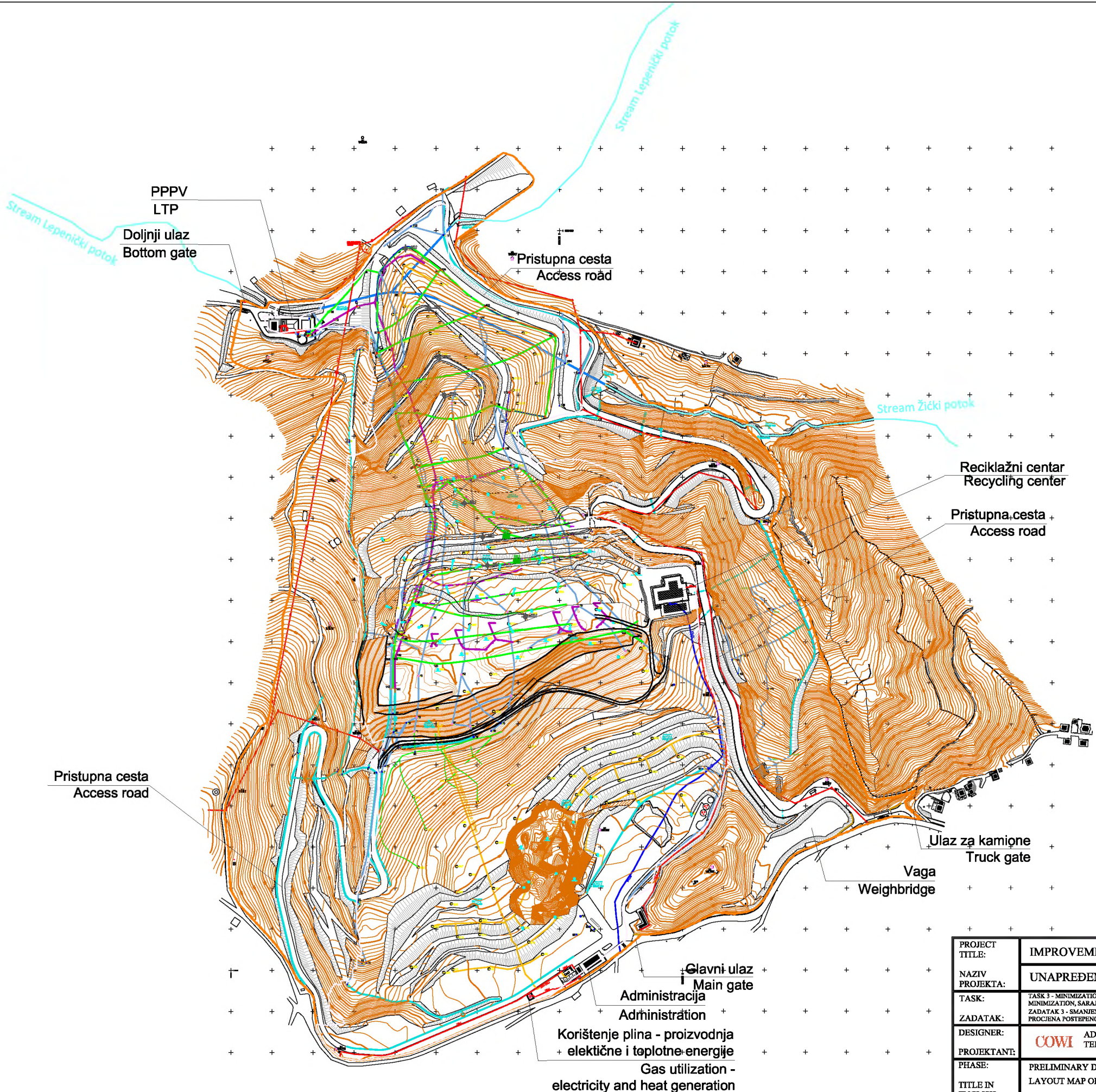
- › A110036-005.3-301: Situacija (1:2500)
- › A110036-005.3-302: Uzdužni profil (1:1000)
- › A110036-005.3-303: Poprečni profili (1:2000)
- › A110036-005.3-301: Situacija zatvaranja plohe (1:2500)

Tipični detalji:

- › A110036-005.3-401: Detalj donjeg brtvenog sloja (1:50)
- › A110036-005.3-402: Detalj završne vodonepropusne prekrivke (1:50)
- › A110036-005.3-403: Detalj završne polupropusne prekrivke (1:50)
- › A110036-005.3-404: Detalj horizontalnog sistema za otplinjavanje (1:50)
- › A110036-005.3-405: Detalj konstrukcije vertikalnog bunara za otplinjavanje (1:50)
- › A110036-005.3-406: Detalj drenaže procjednih voda (1:50)
- › A110036-005.3-407: Detalj ankera donjeg brtvenog sloja (1:50)
- › A110036-005.3-408: Detalj terase sa internom cestom za održavanje (1:50)
- › A110036-005.3-409: Detalj prodora cijevi (- : -)



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:			ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		
PROJEKTANT:			 Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN			SCALE: RAZMJERA:	DATE: DATUM:
TITLE IN ENGLISH:	LOCATION OF RWMC SMILJEVIĆI			1:25000	25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	LOKACIJA RCUC SMILJEVIĆI			A110036-005.3	
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINZENJERING LTD and COWI A/S	
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S			
101					



OSNOVNE INFORMACIJE / BASIC INFORMATION

Lokacija / Location:
Sarajevo

RCUO / RWMC:
Smiljevići

Površina deponije / Landfill area:
 $A \approx 280,000 \text{ m}^2$

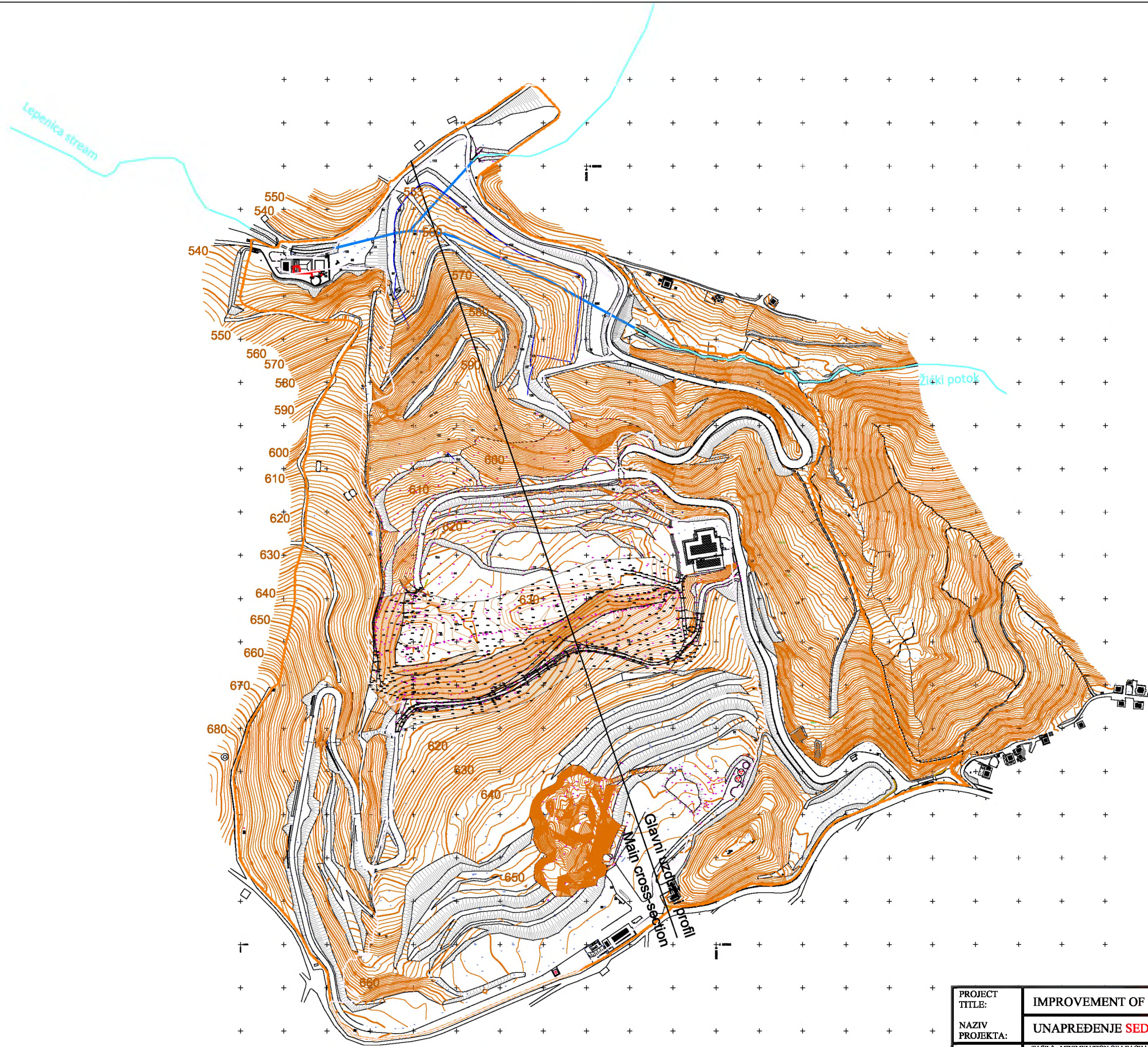
Prosječna visina / Average height:
 $H \approx 25 \text{ m of waste}$

Zapremina otpada / Waste volume:
 $V \approx 7,100,000 \text{ m}^3$

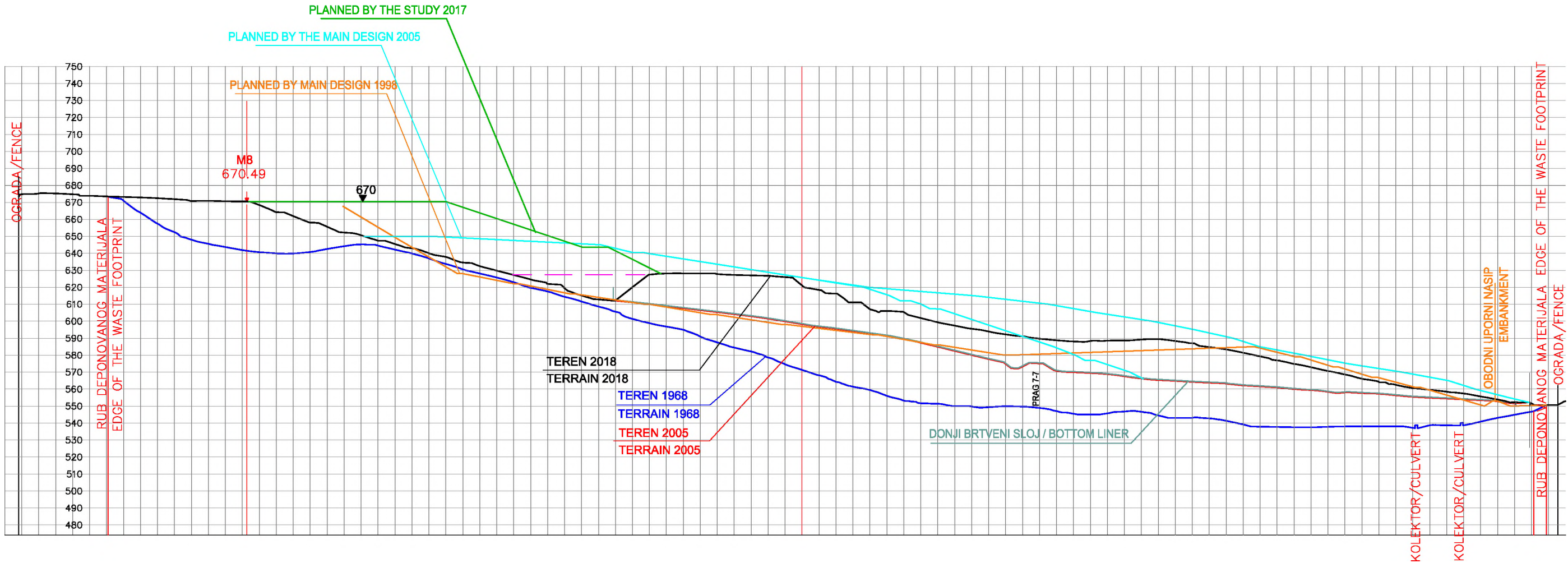
LEGENDA / LEGEND

- Ograda / Fence
- Područje prekriveno otpadom / Footprint of the existing landfill
- Drenaža procjedne vode - Plitka / Leachate drainage - Shallow
- Drenaža procjedne vode - Duboka / Leachate drainage - Deep
- Glavni plinski cjevovod / Main gas pipeline
- Bunari za otplinjavanje / Gas collection wells
- Kanali za odvod površinske vode / Surface water channels
- Odvod površinske i podzemne vode / Surface and groundwater drainage
- Elektroenergetska mreža / Power supply network
- Vodovodna mreža / Water supply pipeline

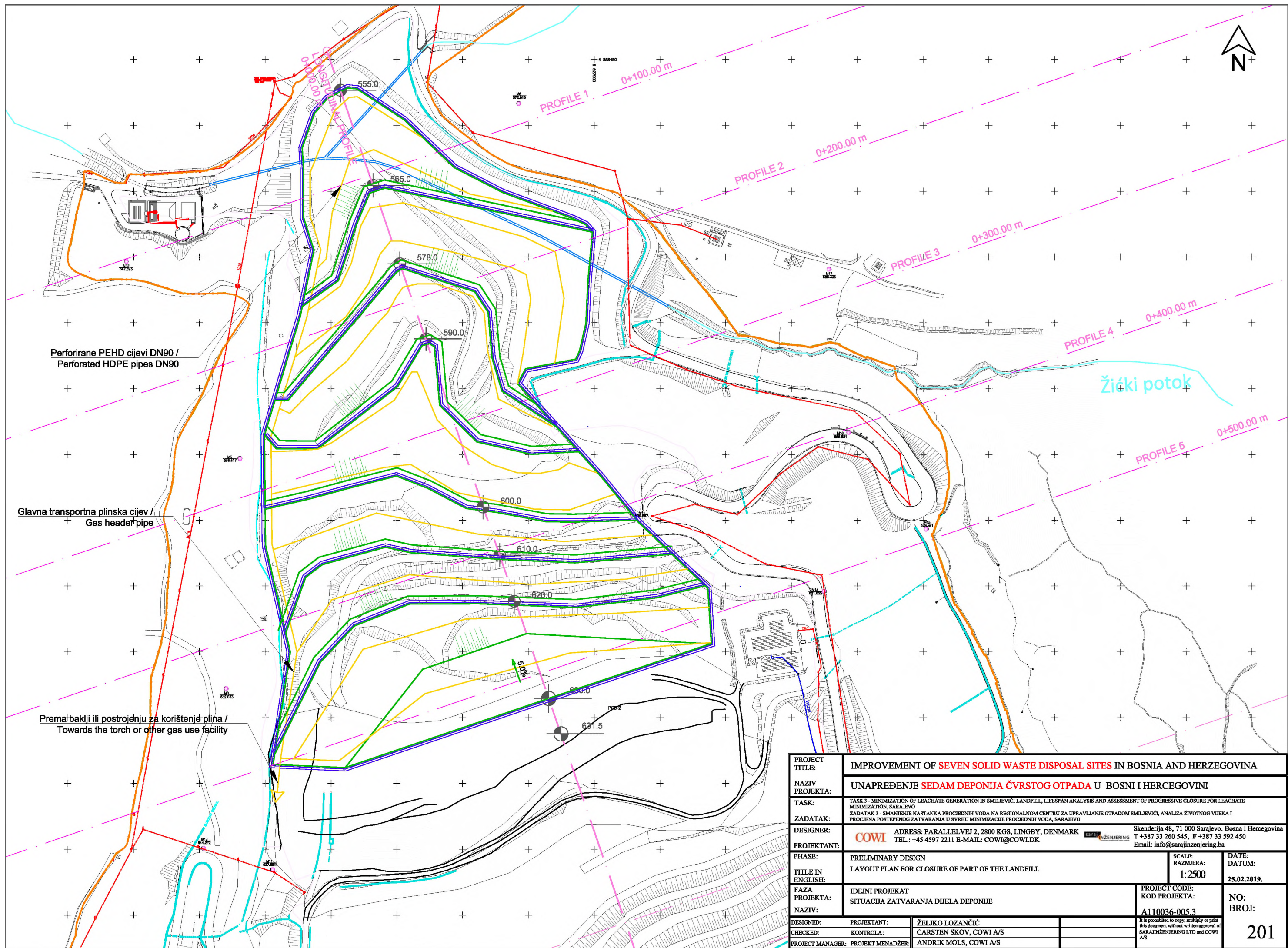
PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba		
PROJEKTANT:	COWI INŽENJERING				
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA: 1:5000		DATE: DATUM: 25.02.2019.
TITLE IN ENGLISH:	LAYOUT MAP OF EXISTING SITUATION				
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	POSTOJEĆA SITUACIJA			A110036-005.3	
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S		
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S			
			102		



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba
PROJEKTANT:	COWI		INŽENJERING
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA:
TITLE IN ENGLISH:	TOPOGRAPHICAL LAYOUT OF EXISTING SITUATION		1:5000
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE:
NAZIV:	GEODETSKA SITUACIJA POSTOJEĆEG STANJA		KOD PROJEKTA:
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	A110036-005.3
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S	

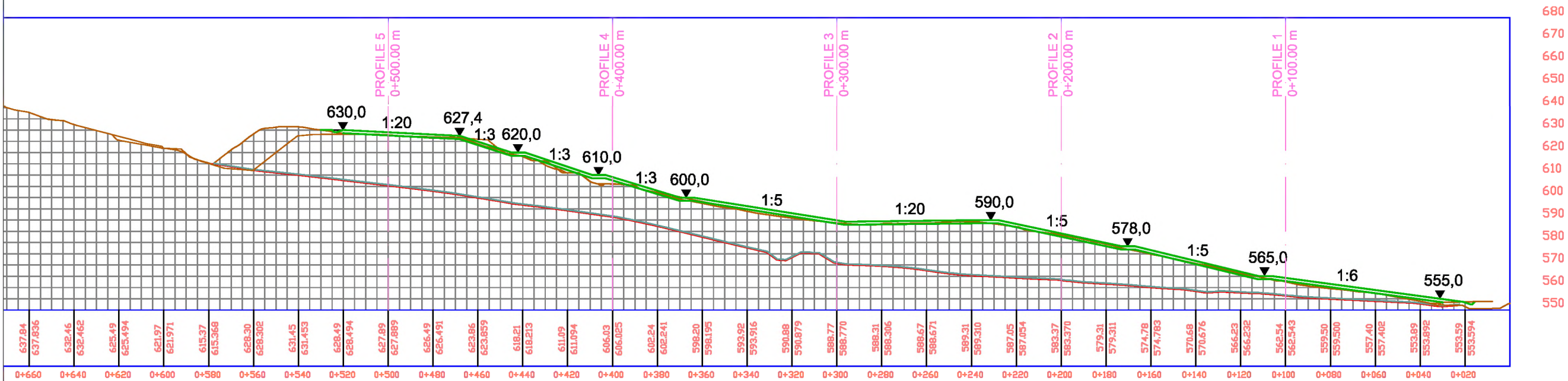


PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK	Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina	
PROJEKTANT:	TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK	T +387 33 260 545, F +387 33 592 450	
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA: 1:2500
TITLE IN ENGLISH:	TOPOGRAPHICAL CROSS-SECTION OF EXISTING SITUATION		DATE: DATUM: 25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE: A110036-005.3
NAZIV:	MJERODAVNI UZDUŽNI PRESJEK POSTOJEĆEG STANJA		KOD PROJEKTA:
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S	

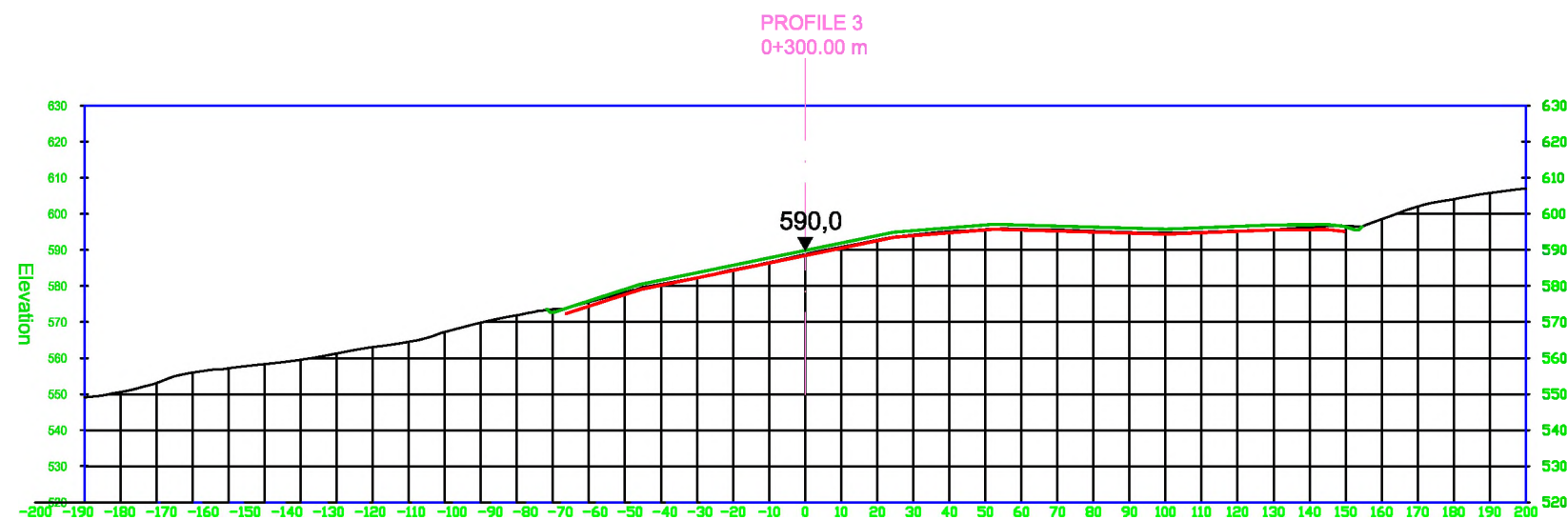
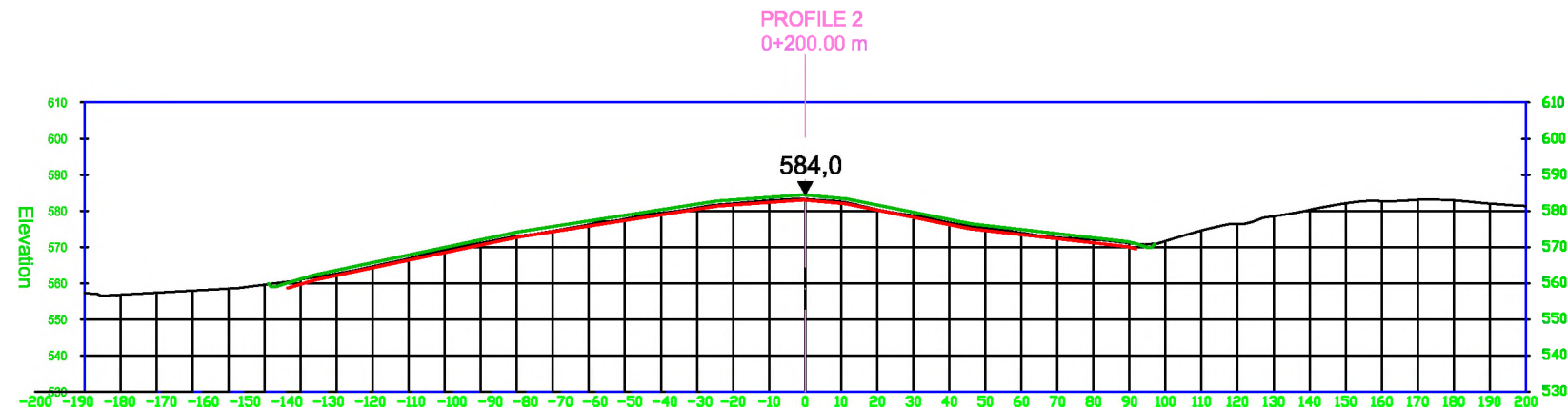
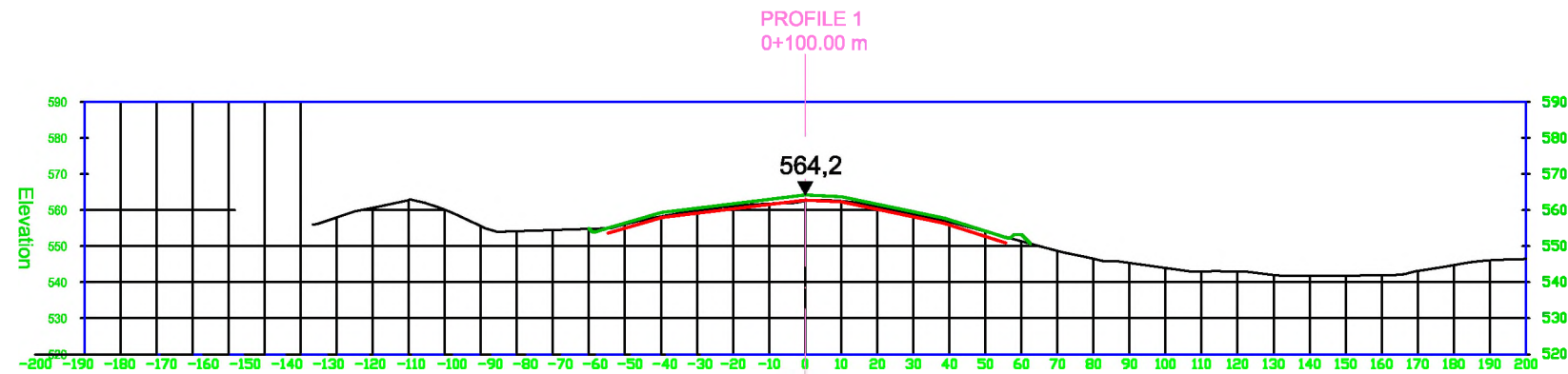


PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	COWI ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS. LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba
PROJEKTANT:			INŽENJERING
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA: 1:2500
TITLE IN ENGLISH:	LAYOUT PLAN FOR CLOSURE OF PART OF THE LANDFILL		DATE: DATUM: 25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE: KOD PROJEKTA: A110036-005.3
NAZIV:	SITUACIJA ZATVARANJA DIJELA DEPONJE		NO: BROJ: 201
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S	

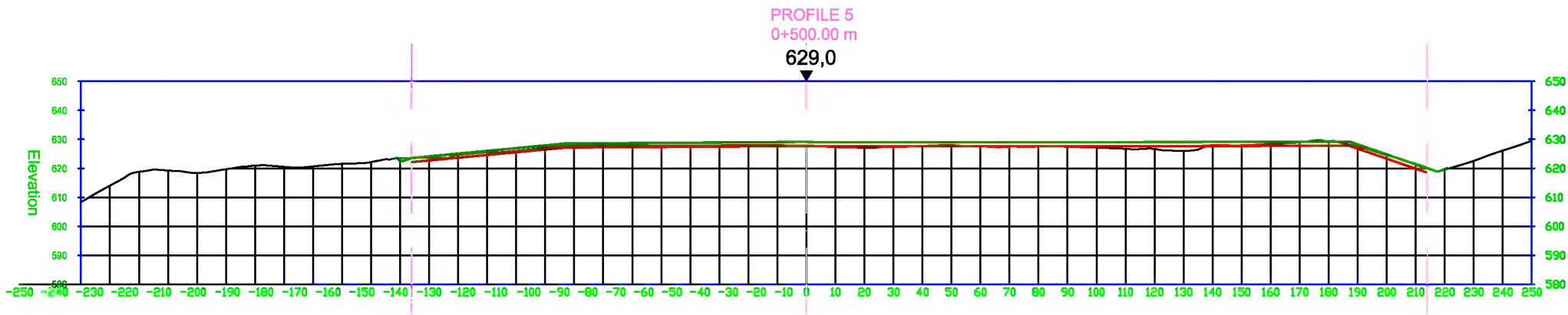
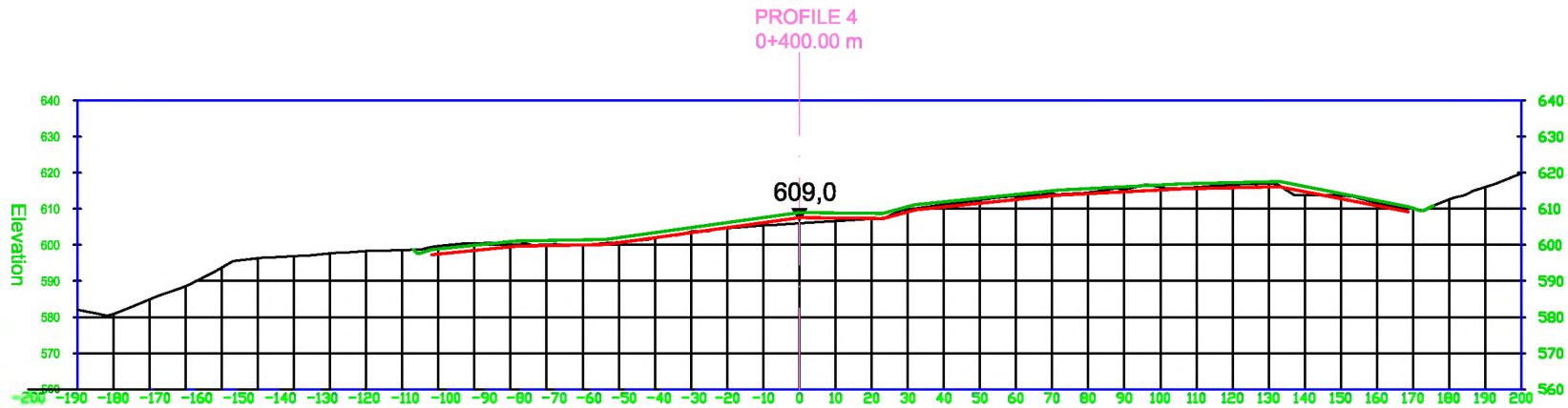
Uzdužni profil / Longitudinal profile



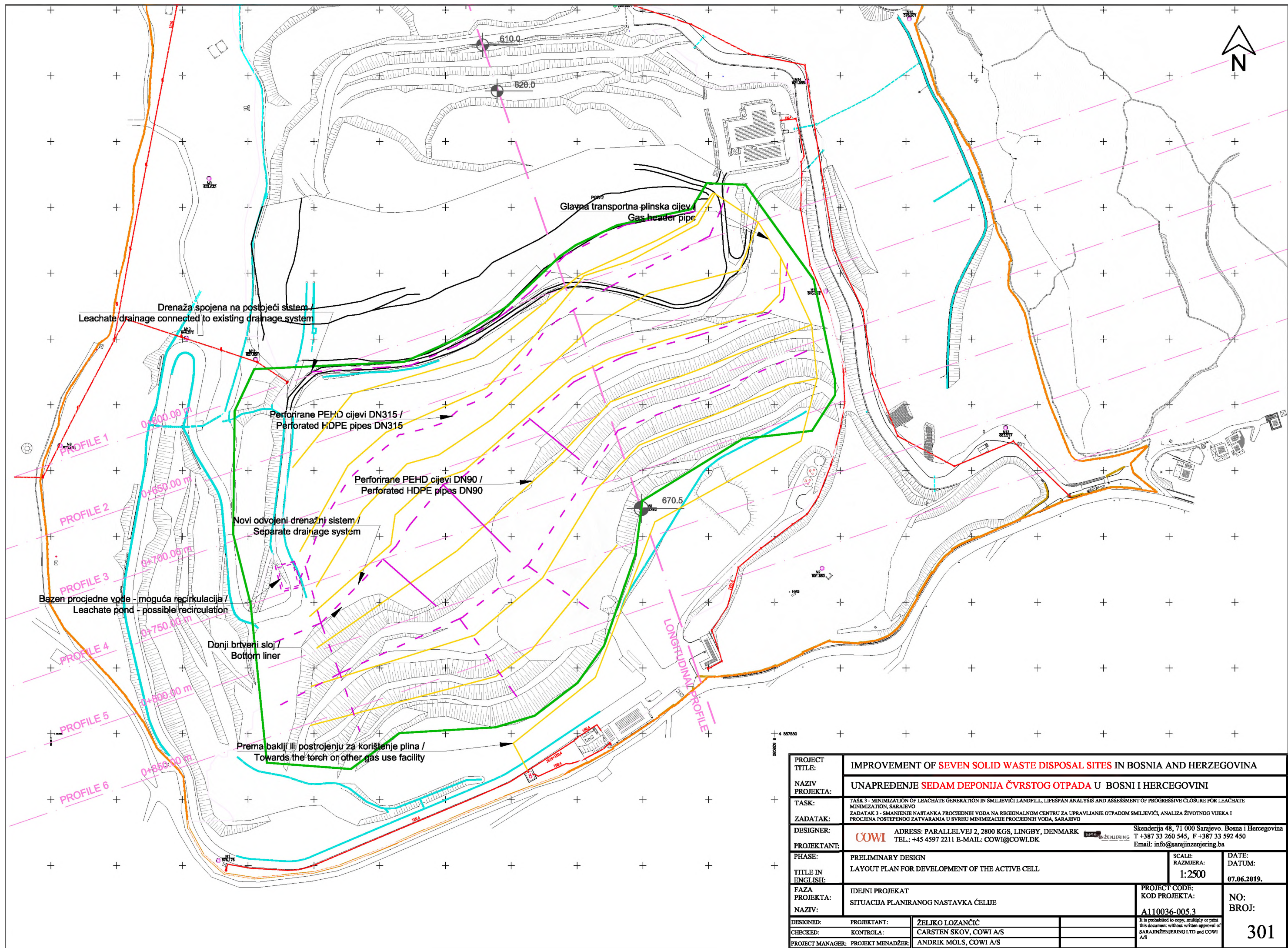
PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba
PROJEKTANT:	COWI		SARAJINZENJERING
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA:
TITLE IN ENGLISH:	LONGITUDINAL PROFILE		1:2000
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE:
NAZIV:	UZDUŽNI PROFIL		KOD PROJEKTA:
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	A110036-005.3
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINZENJERING LTD and COWI A/S
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S	
			NO: BROJ:
			202



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina		
PROJEKTANT:	TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		T +387 33 260 545, F +387 33 592 450		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		Email: info@sarajinzenjering.ba		
TITLE IN ENGLISH:	CROSS-SECTIONS P1- P3		SCALE: RAZMJERA: 1:2000		DATE: DATUM: 25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE: KOD PROJEKTA: A110036-005.3		NO: BROJ: 203.1
NAZIV:	POPREČNI PROFILI P1 - P3				
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S	
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S			

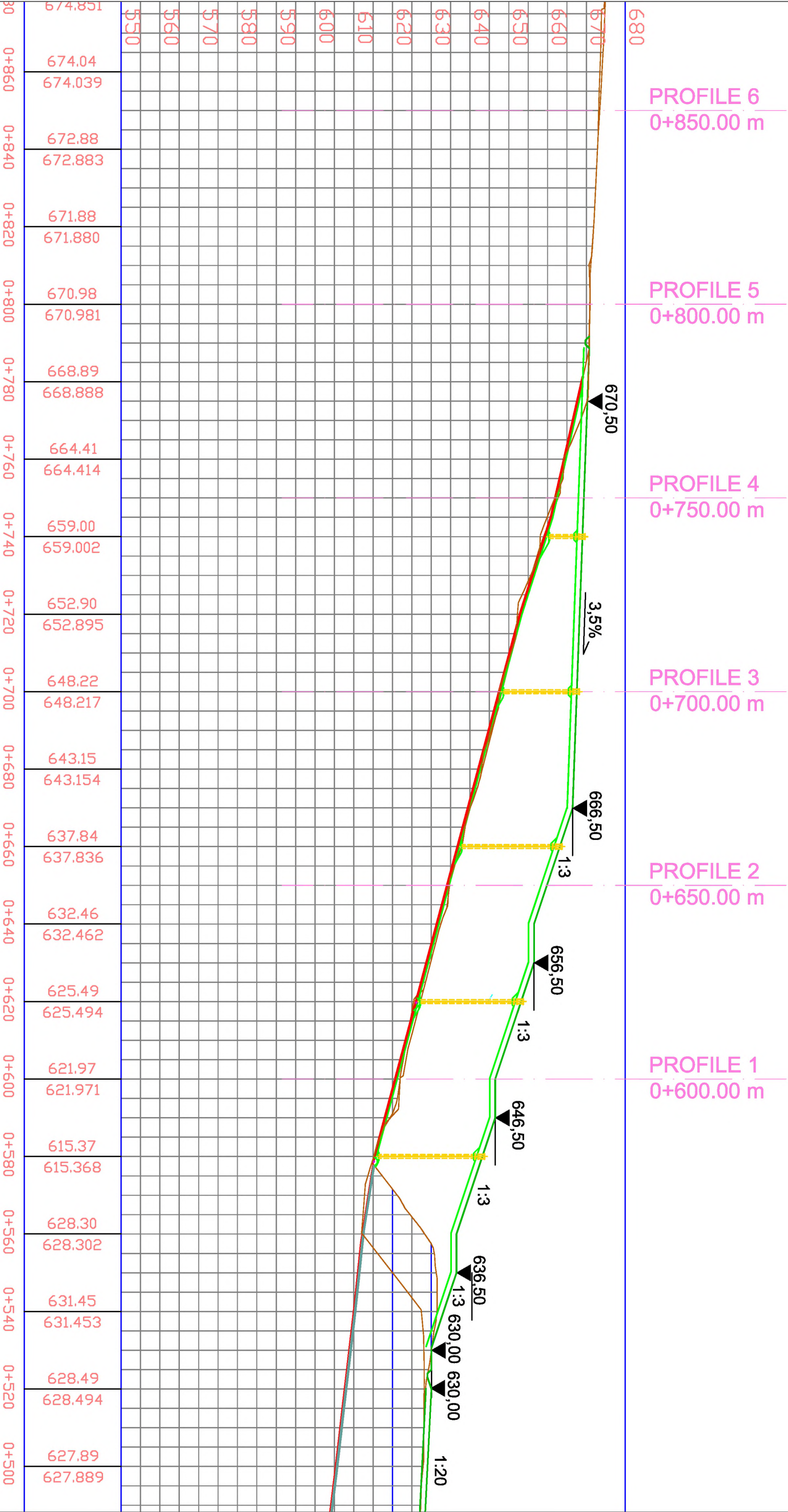


PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina		
PROJEKTANT:	COWI TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA:	DATE: DATUM:	
TITLE IN ENGLISH:	CROSS-SECTIONS P4- P5		1:2000	25.02.2019.	
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	POPREČNI PROFILI P4 - P5			A110036-005.3	
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S	
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLLS, COWI A/S			
					203.2

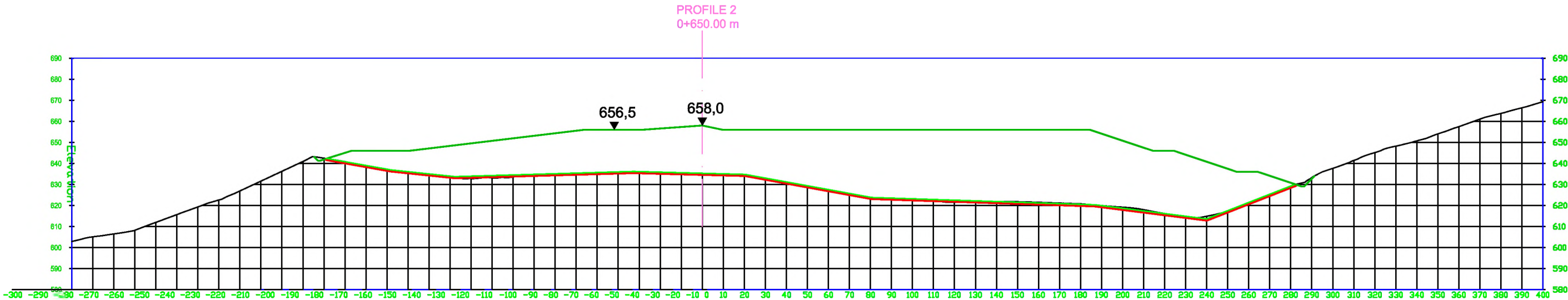
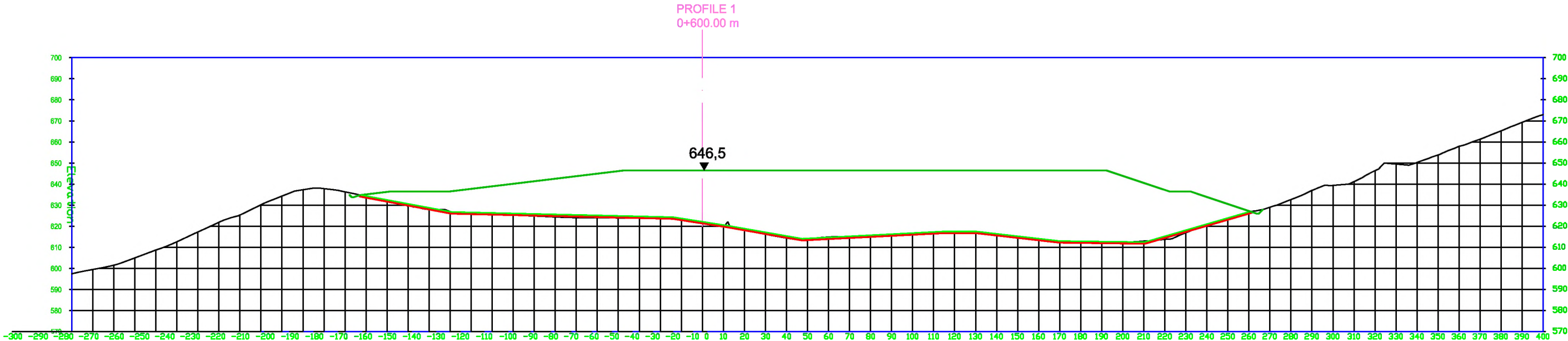


PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS. LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba
PROJEKTANT:	COWI		INŽENJERING
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA:
TITLE IN ENGLISH:	LAYOUT PLAN FOR DEVELOPMENT OF THE ACTIVE CELL		1:2500
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		DATE: DATUM:
NAZIV:	SITUACIJA PLANIRANOG NASTAVKA ČELIJE		07.06.2019.
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	PROJECT CODE: KOD PROJEKTA: A110036-005.3
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S	
It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S			NO: BROJ: 301

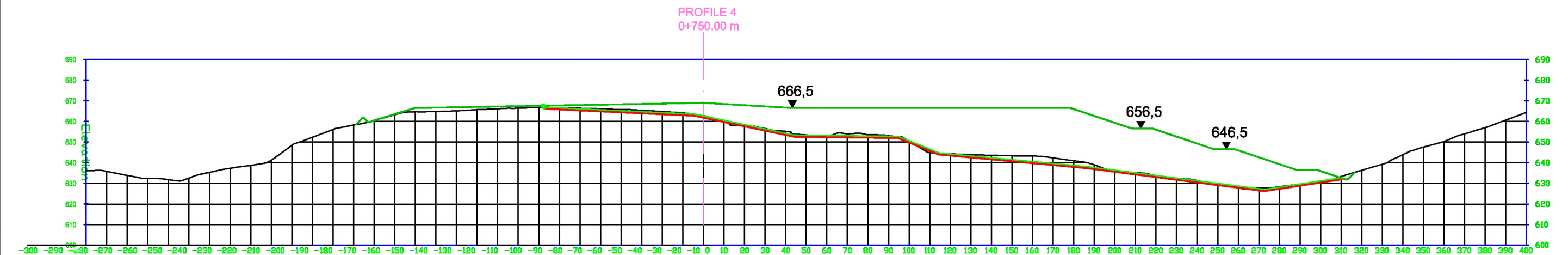
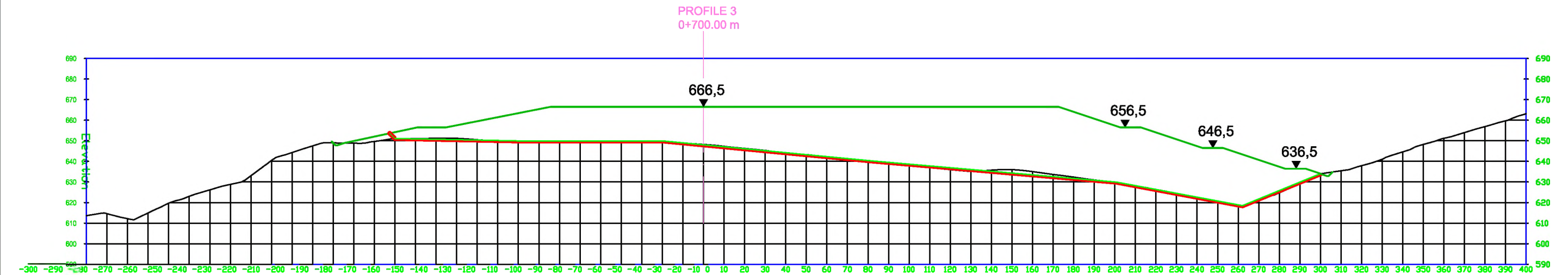
Uzdužni profil / Longitudinal profile



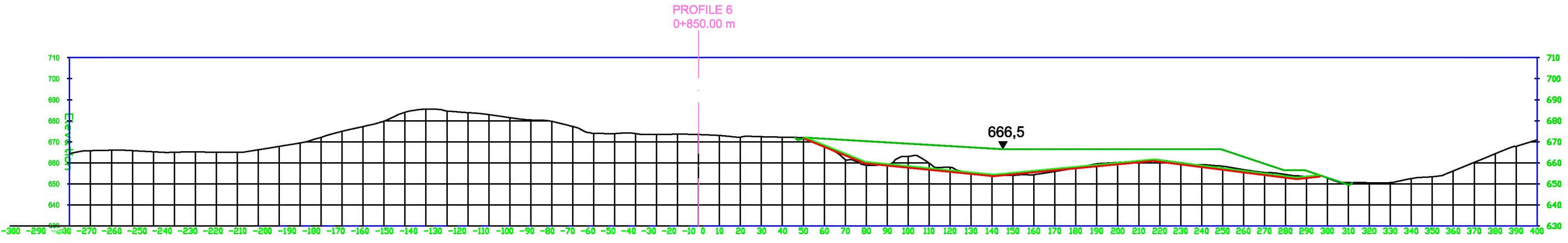
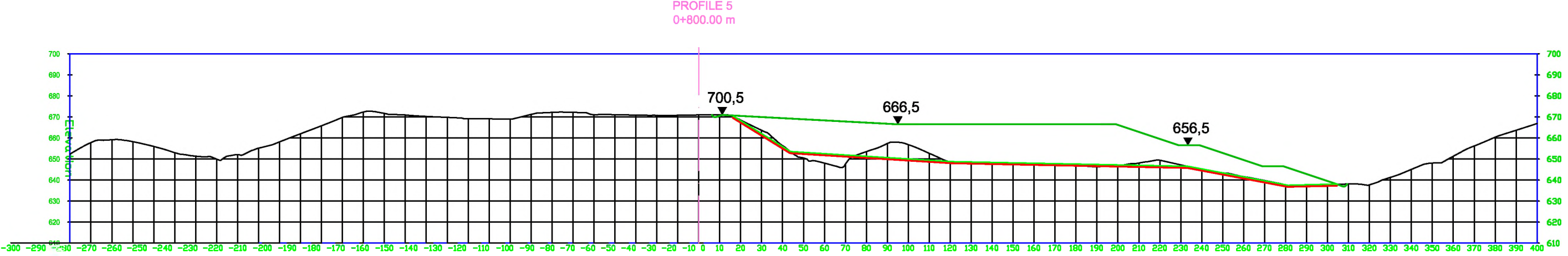
PROJECT TITLE: IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA	
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI
TASK:	TASK 4 - MINUTIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SUTLEJEVCI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINUTIZATION, SARAJEVO
ZADATAK:	ZADATK 4 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMJEŠTIVCI, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA POSTERIORNOG ZATVARANJA U SVRHU MINUTIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO
DESIGNER:	ADDRESS: PARALI BI VEI 2, 2800 KGS, LINGHY, DENGMAK TEL.: +45 4497 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK
PROJEKTANT:	COWI
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN
TITLE IN ENGLISH:	LONGITUDINAL PROFILE
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT
NAZIV:	UZDUŽNI PROFIL
DESIGNED:	PROJEKTANT:
CHECKED:	KONTROLA:
PROJECT MANAGER:	PROJECT MANAGER:
It is prohibited to copy, modify or publish this document without written approval of SARAJINZENING LTD and COWI AS	
302	



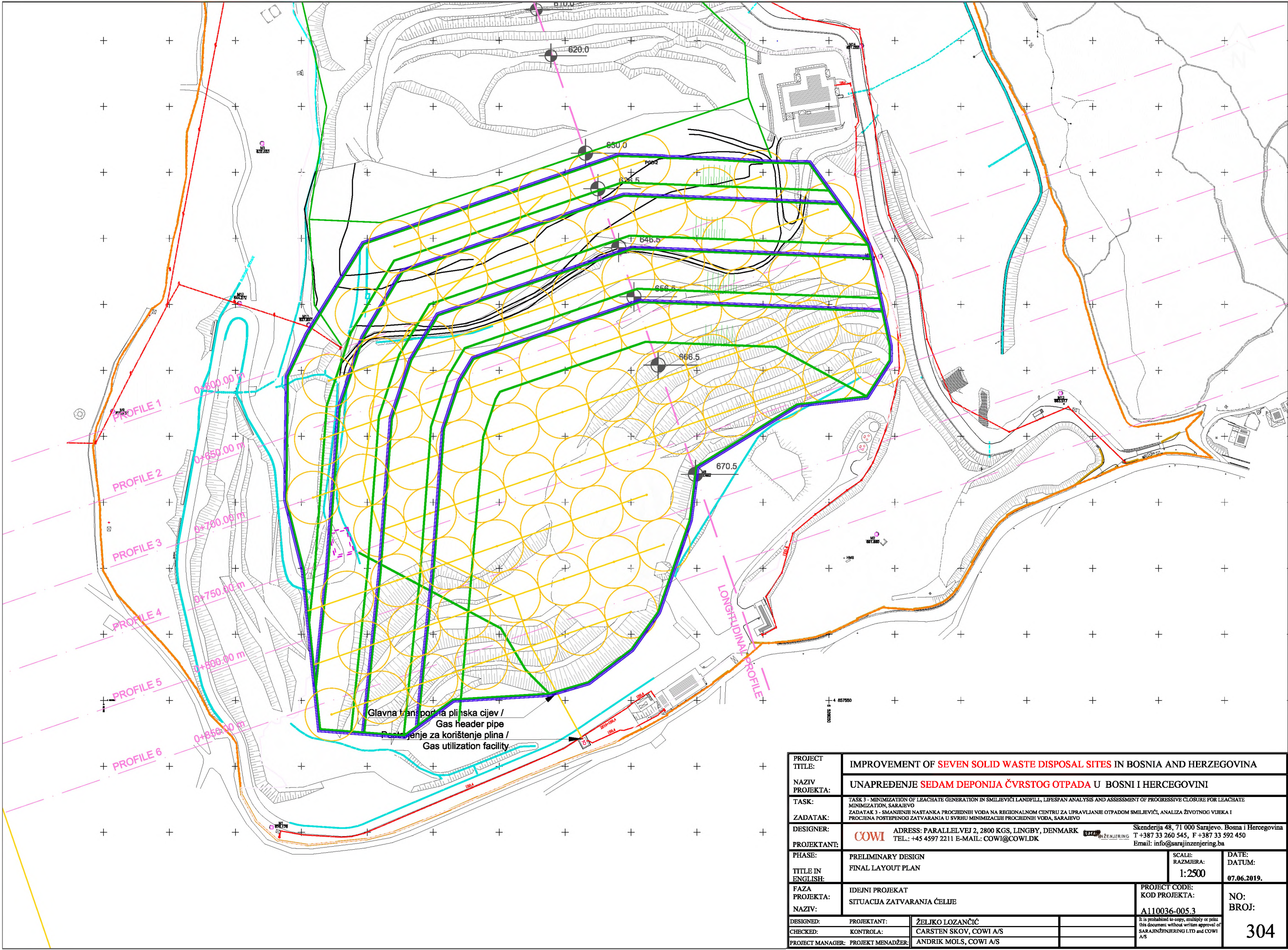
PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina		
PROJEKTANT:	COWI TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		T +387 33 260 545, F +387 33 592 450		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN			SCALE: RAZMJERA:	DATE: DATUM:
TITLE IN ENGLISH:	CROSS SECTIONS P1 - P2			1:2000	07.06.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	POPREČNI PROFILI P1 - P2			A110036-005.3	
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S	
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S			



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina		
PROJEKTANT:	COWI TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		SARAJINZENJERING T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN			SCALE: RAZMJERA:	DATE: DATUM:
TITLE IN ENGLISH:	CROSS SECTIONS P3 - P4			1:2000	25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	POPREČNI PROFILI P3 - P4			A110036-005.3	
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINZENJERING LTD and COWI A/S	
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S			

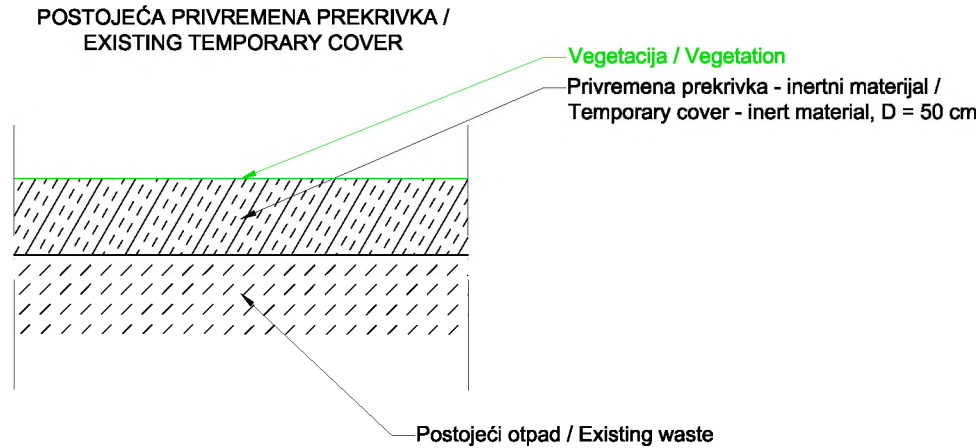


PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina		
PROJEKTANT:	COWI TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		SARAJINŽENJERING T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN			SCALE: RAZMJERA:	DATE: DATUM:
TITLE IN ENGLISH:	CROSS SECTIONS P5 - P6			1:2000	25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	POPREČNI PROFILI P5 - P6			A110036-005.3	303.1
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S	
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLLS, COWI A/S			



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina		
PROJEKTANT:	COWI TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		T +387 33 260 545, F +387 33 592 450		
			Email: info@sarajinzenjering.ba		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN			SCALE: RAZMJERA:	DATE: DATUM:
TITLE IN ENGLISH:	FINAL LAYOUT PLAN			1:2500	07.06.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	SITUACIJA ZATVARANJA ČELIJE			A110036-005.3	
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINZENJERING LTD and COWI A/S	
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S			
					304

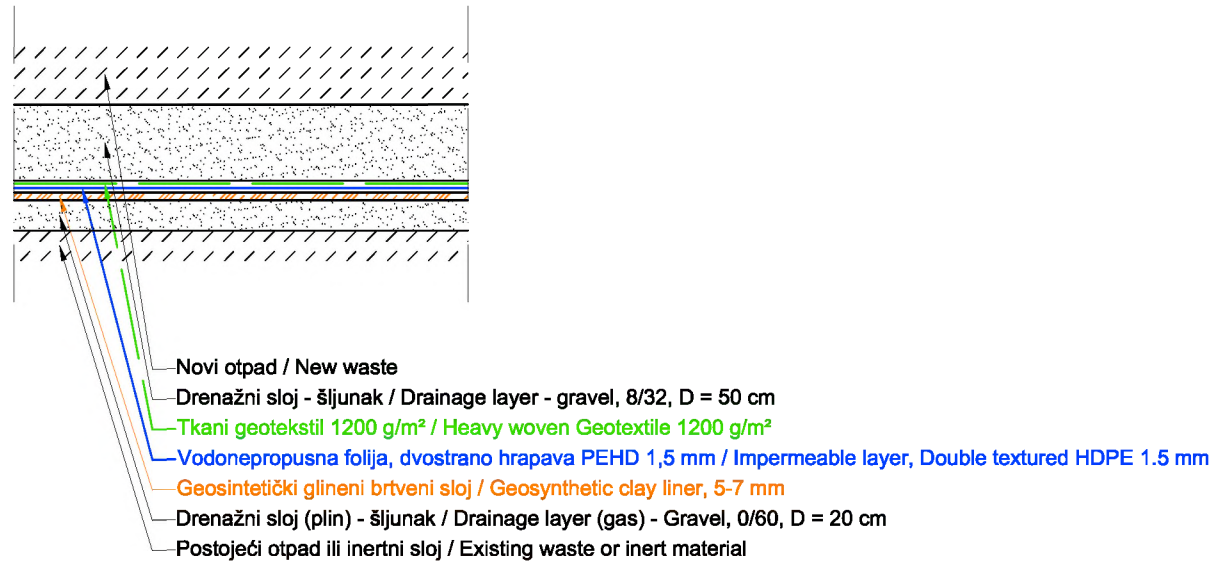
DONJI BRTVENI SLOJ ZA IZGRADNJU
DEPONIJE NA POSTOJEĆEM OTPADU /
BOTTOM LINER FOR CONSTRUCTION OF A
NEW LANDFILL ON TOP OF AN OLD WASTE



PRIPREMNI RADOVI ZA POSTAVLJANJE DONJEG BRTVENOG SLOJA /
PREPARATION WORKS FOR INSTALLATION OF BOTTOM MULTI-BARRIER LAYER

1. Uklanjanje vegetacije / Removal of vegetation
2. Uklanjanje površinskog dijela privremene prekrivke (cca 20 cm) i odlaganje na privremenu deponiju. Materijal se može iskoristiti pri izravnavanju površine ili kao dnevna prekrivka / Removal of surface layer of temporary cover (approx. 20 cm) and transport to a temporary depot. Material can be used for leveling or as a daily cover
3. Iskop, nasipanje, zbijanje i izravnavanje površine / Excavation, compaction and straightening of the surface
4. Postavljanje slojeva donjeg brtvenog sloja / Installation of impermeable bottom layers

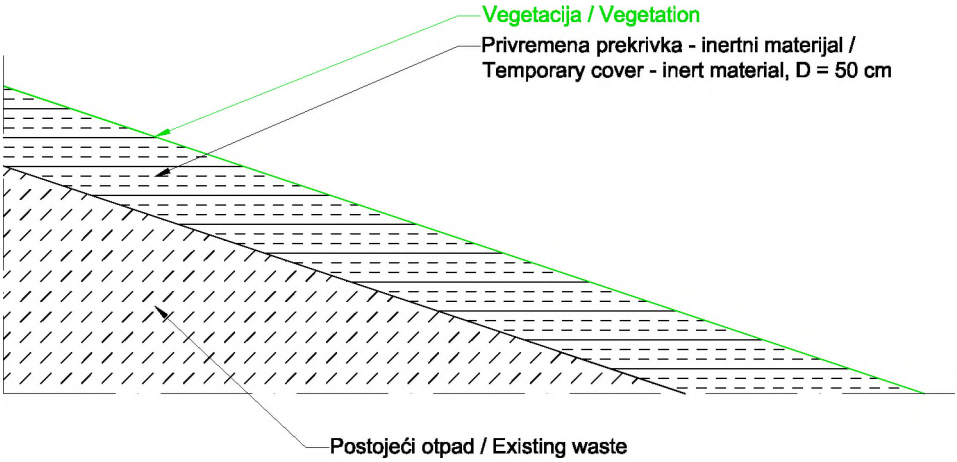
DONJI GEOSINTETIČKI GLINENI BRTVENI SLOJ /
BOTTOM LINER WITH GEOSYNTHETIC CLAY LINER



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS. LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK	Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba	
PROJEKTANT:	COWI SARAJEVO INŽENJERING		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA: 1:50
TITLE IN ENGLISH:	DETAIL OF BOTTOM LINER		DATE: DATUM: 25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE: KOD PROJEKTA: A110036-005.3
NAZIV:	DETALJ DONJEG BRTVENOG SLOJA		NO: BROJ: 401
DESIGNED: PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S
CHECKED: KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S		
PROJECT MANAGER: PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S		

ZAVRŠNA VODONEPROPUSNA PREKRIVKA /
IMPERMEABLE TOP COVER

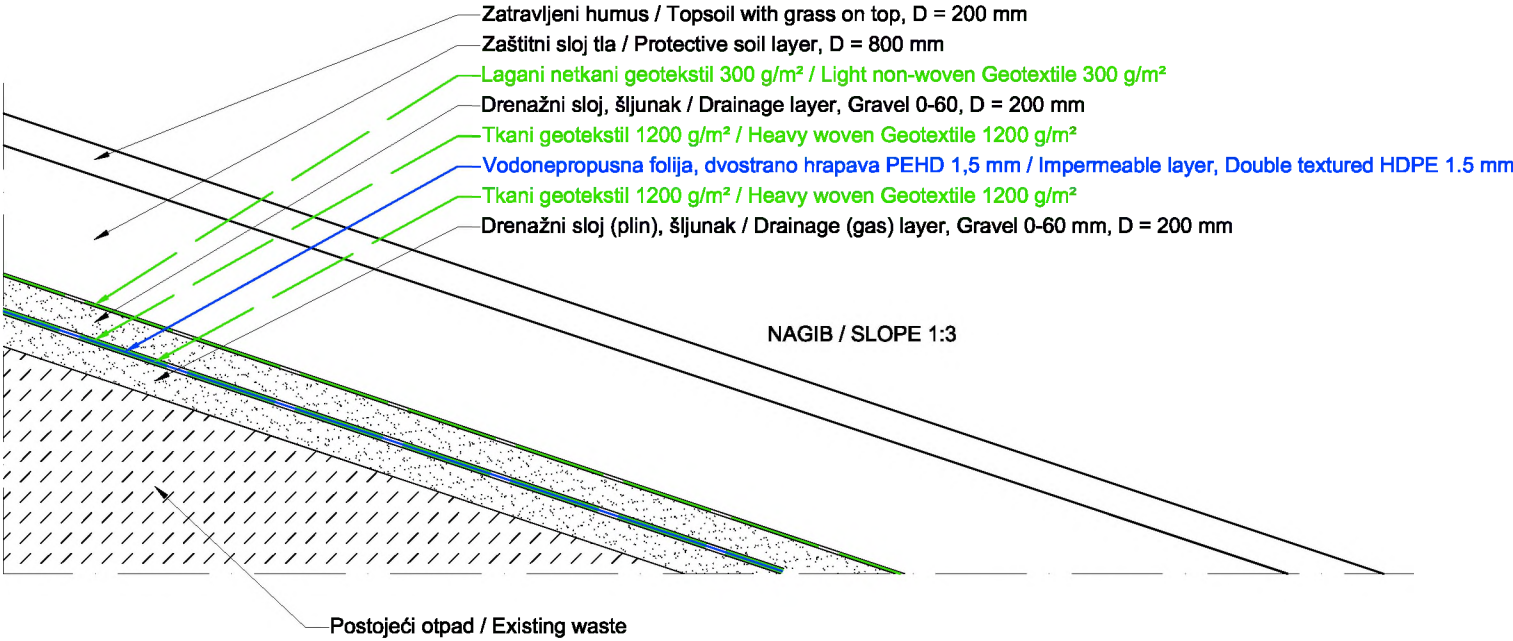
POSTOJEĆA PRIVREMENA PREKRIVKA /
EXISTING TEMPORARY COVER



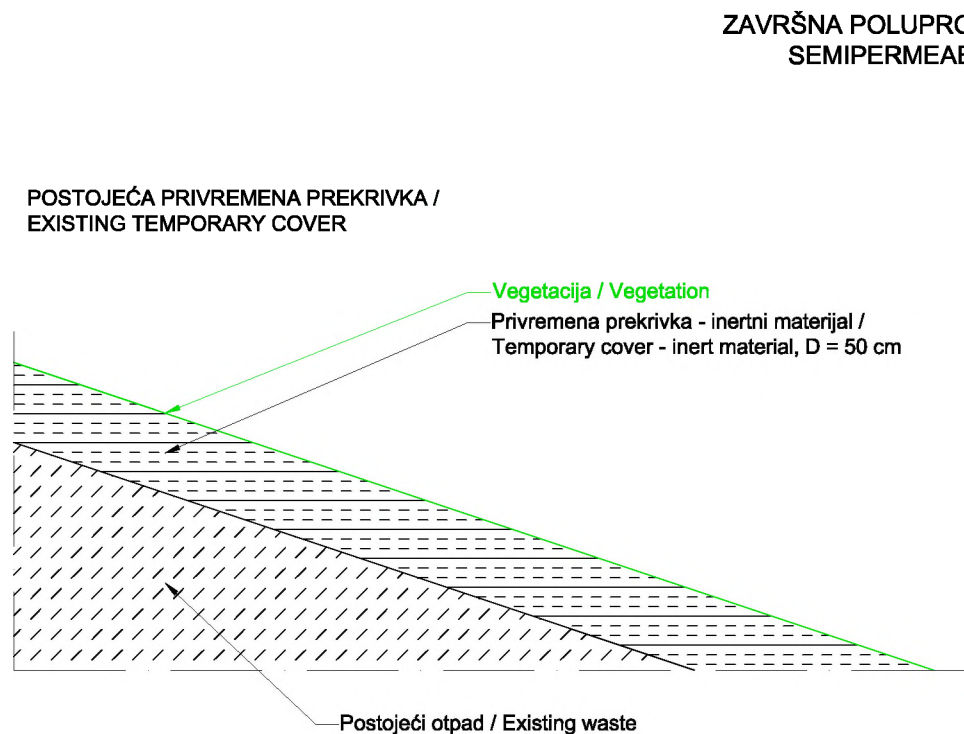
PRIPREMNI RADOVI ZA POSTAVLJANJE ZAVRŠNE VODONEPROPUSNE PREKRIVKE /
PREPARATION WORKS FOR INSTALLATION OF IMPERMEABLE FINAL COVER

1. Uklanjanje vegetacije / Removal of vegetation
2. Uklanjanje površinskog dijela privremene prekrivke (cca 20 cm) i odlaganje na privremenu deponiju. Materijal se može iskoristiti pri izradi završne prekrivke za zaštitni zemljani sloj / Removal of surface layer of temporary cover (approx. 20 cm) and transport to a temporary depot. Material can be used for construction of protection layer of the final cover
3. Zbijanje i izravnavanje površine / Compaction and straightening of the surface
4. Postavljanje slojeva završne vodonepropusne prekrivke / Installation of impermeable final cover layers

ZAVRŠNA VODONEPROPUSNA PREKRIVKA /
IMPERMEABLE FINAL COVER

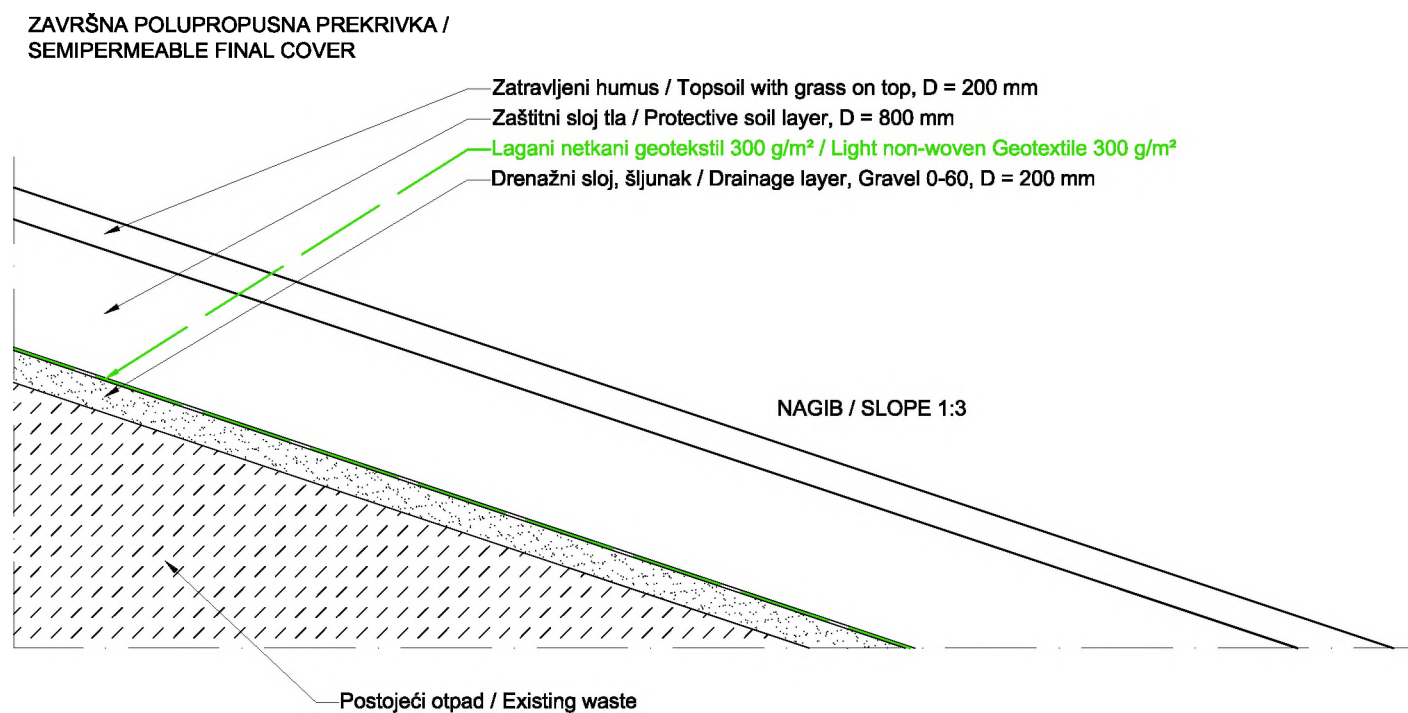


PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK	Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina	
PROJEKTANT:	TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK	T +387 33 260 545, F +387 33 592 450	
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA: 1:50
TITLE IN ENGLISH:	DETAIL OF FINAL IMPERMEABLE COVER		DATE: DATUM: 25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE: KOD PROJEKTA: A110036-005.3
NAZIV:	DETALJ ZAVRŠNE VODONEPROPUSNE PREKRIVKE		NO: BROJ: 402
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S	



**PRIPREMNI RADOVI ZA POSTAVLJANJE ZAVRŠNE POLUPROPUSNE PREKRIVKE /
PREPARATION WORKS FOR INSTALLATION OF SEMIPERMEABLE FINAL COVER**

1. Uklanjanje vegetacije / Removal of vegetation
2. Uklanjanje površinskog dijela privremene prekrivke (cca 20 cm) i odlaganje na privremenu deponiju. Materijal se može iskoristiti pri izradi završne prekrivke za zaštitni zemljani sloj / Removal of surface layer of temporary cover (approx. 20 cm) and transport to a temporary depot. Material can be used for construction of protection layer of the final cover
3. Zbijanje i izravnavanje površine / Compaction and straightening of the surface
4. Postavljanje slojeva završne polupropusne prekrivke / Installation of semipermeable final cover layers



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina		
PROJEKTANT:	TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		T +387 33 260 545, F +387 33 592 450		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN			SCALE: RAZMJERA:	DATE: DATUM:
TITLE IN ENGLISH:	DETAIL OF FINAL SEMIPERMEABLE COVER			1:50	25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	DETALJ ZAVRŠNE POLUPROPUSNE PREKRIVKE			A110036-005.3	
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S	
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S			

403

HEMA HORIZONTALNOG SISTEMA ZA OTPLINJAVANJE /
SCHEMATIC LAYOUT OF HORIZONTAL GAS COLLECTION SYSTEM

HEMA HORIZONTALNOG SISTEMA ZA OTPLINJAVANJE /
SCHEMATIC LAYOUT OF HORIZONTAL GAS COLLECTION SYSTEM

Odlagalište otpada /
Landfill cell

30 m - 40 m

Priključak na sabirnu mrežu ako se plin spaljuje ili iskoristava ili ispust u atmosferu (ovisno o količini i kvaliteti deponijskog plina) /
Connection to a gas network for transport to flare or gas utilization facility or gas vent to atmosphere (depending on landfill gas quantity and quality)

Glava bunara /
Wellhead

Glavna transportna plinska cijev /
Gas header pipe

Prema baklji ili postrojenju za korištenje plina /
Towards the torch or other gas use facility

Perforirane PEHD cijevi DN90 /
Perforated HDPE pipes DN90

PRESJEK HORIZONTALNOG SISTEMA ZA OTPLINJAVANJE /
CROSS SECTION OF HORIZONTAL GAS COLLECTION SYSTEM

Zatravljeni humus / Topsoil with grass on top, D = 200 mm

Zaštitni sloj tla / Protective soil layer, D = 800 mm

Lagani netkani geotekstil 300 g/m² / Light non-woven Geotextile 300 g/m²

Drenažni sloj, šljunak / Drainage layer, Gravel 0-60, D = 200 mm

Tkani geotekstil 1200 g/m² / Heavy woven Geotextile 1200 g/m²

Vodonepropusna folija, dvostrano hrapava PEHD 1,5 mm / Impermeable layer, Double textured HDPE 1.5 mm

Tkani geotekstil 1200 g/m² / Heavy woven Geotextile 1200 g/m²

Drenažni sloj (plin), šljunak / Drainage (gas) layer, Gravel 0-60 mm, D = 200 mm

Otpad / Waste

Perforirana PEHD cijev DN90 /
Perforated HDPE pipe DN90

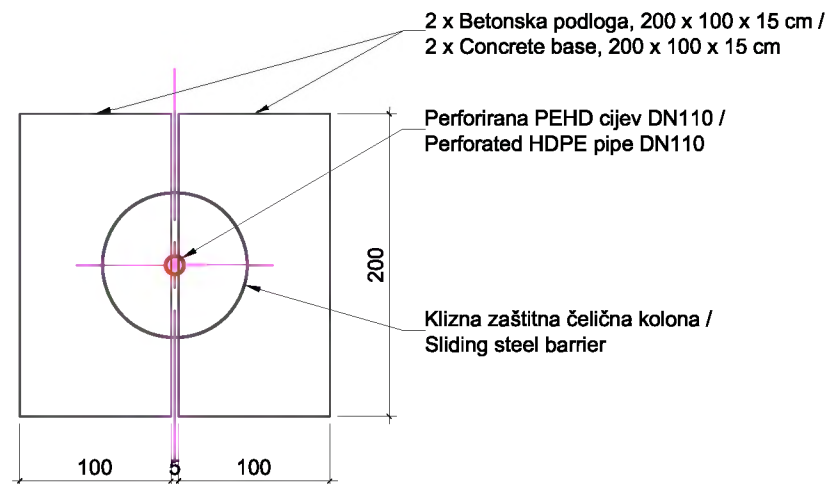
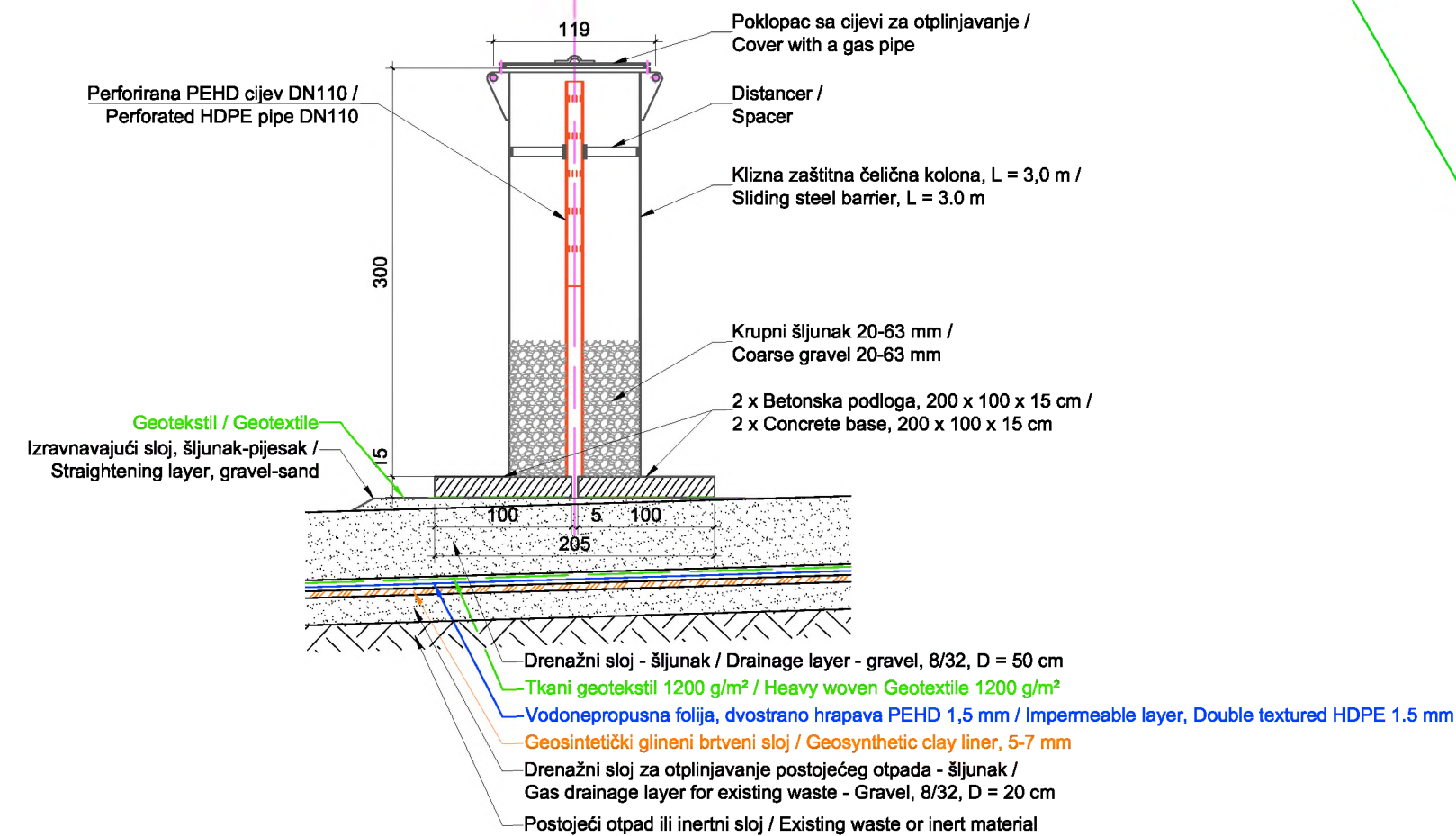
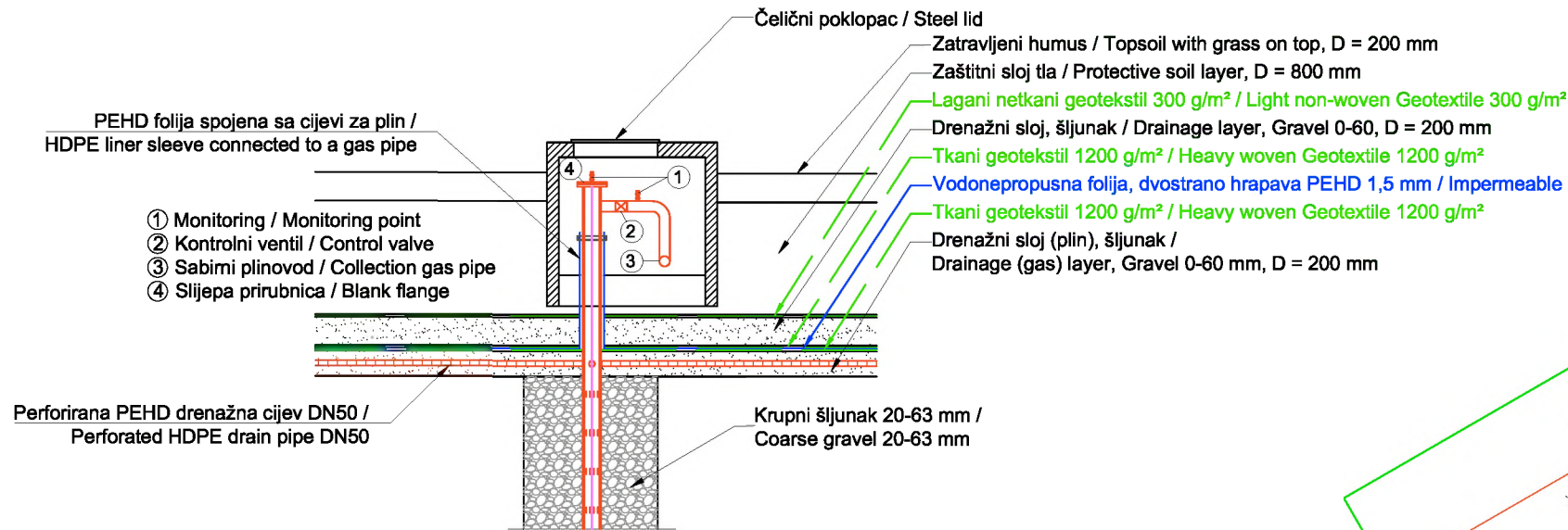
PEHD cijev zavarena za
vodonepropusnu PEHD foliju /
HDPE pipe welded to
impermeable HDPE layer

Priključak na sabirnu mrežu ako se plin spaljuje ili iskoristava ili ispust u atmosferu (ovisno o količini i kvaliteti deponijskog plina) /
Connection to a gas network for transport to flare or gas utilization facility or gas vent to atmosphere (depending on landfill gas quantity and quality)

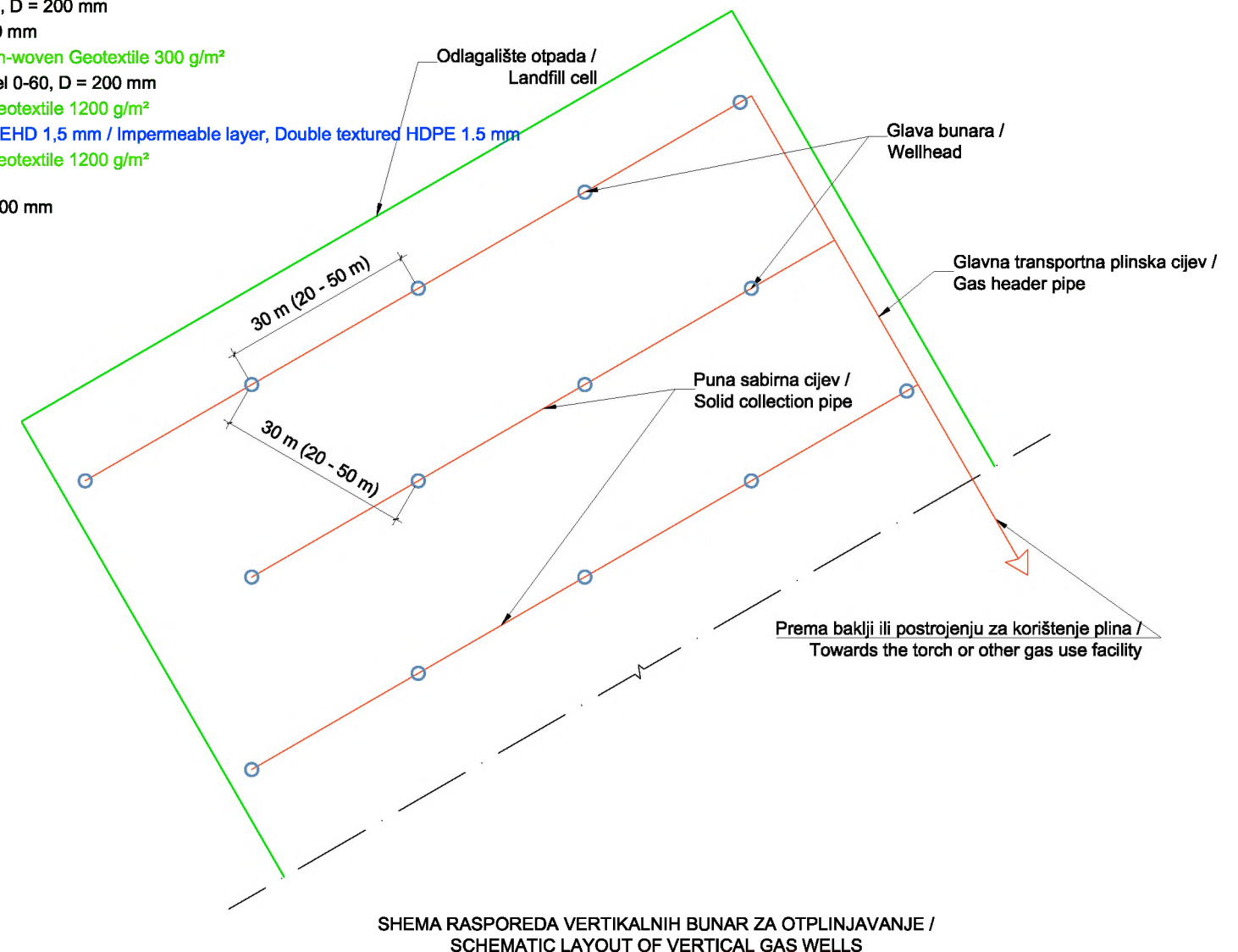
Glavna transportna plinska cijev / Gas header pipe
Puna PEHD cijev DN90 / Solid HDPE pipe DN90

PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS. LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba
PROJEKTANT:	COWI		INŽENJERING
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA: 1:50
TITLE IN ENGLISH:	DETAIL OF HORIZONTAL GAS COLLECTION SYSTEM		DATE: DATUM: 25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE: A110036-005.3
NAZIV:	DETALJ HORIZONTALNOG SISTEMA ZA OTPLINJAVANJE		KOD PROJEKTA: NO: BROJ: 404
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLLS, COWI A/S	

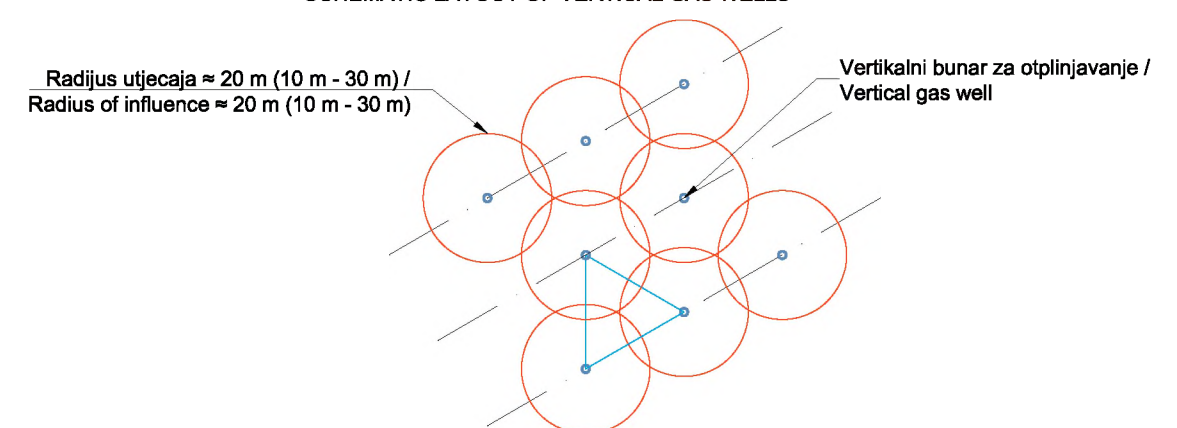
KONSTRUKCIJA VERTIKALNOG BUNARA ZA OTPLINJAVANJE / CONSTRUCTION OF A VERTICAL GAS WELL



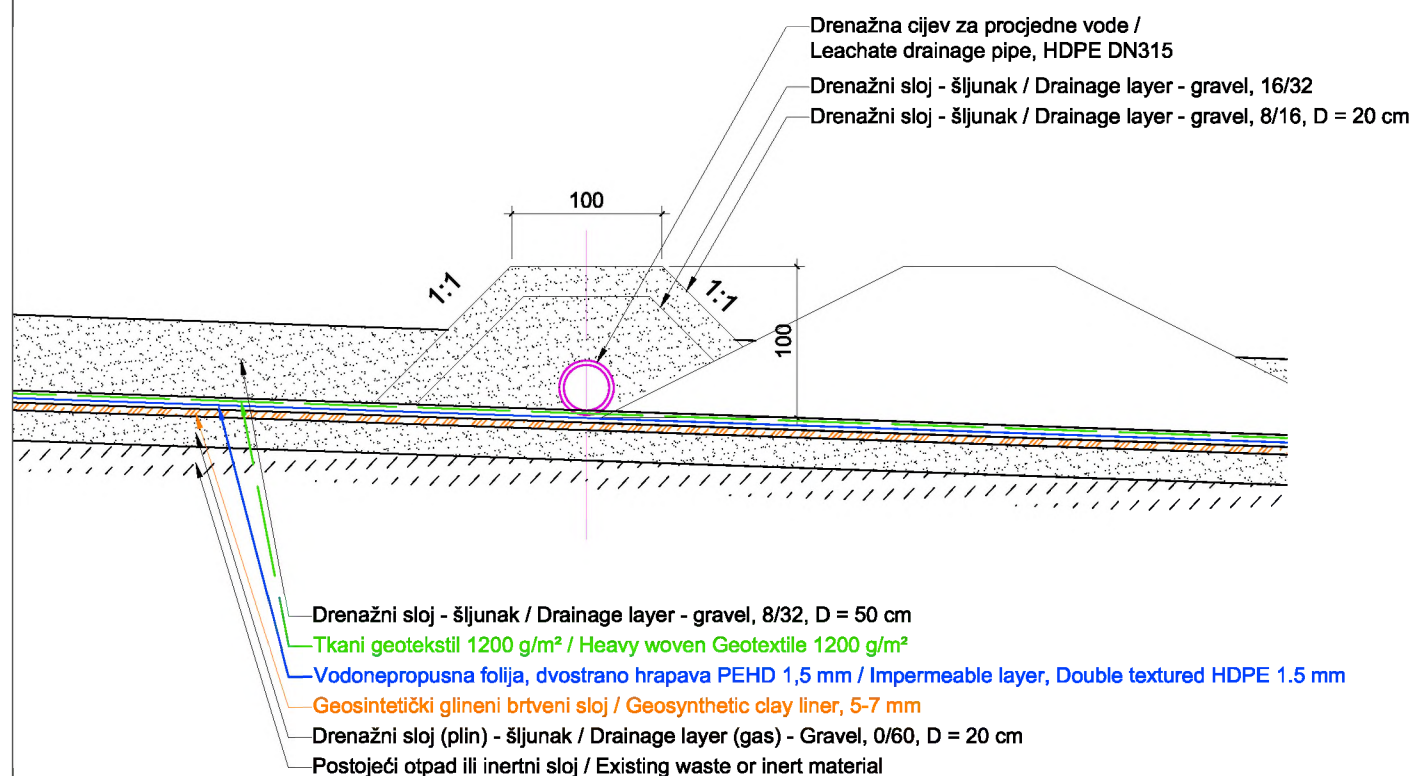
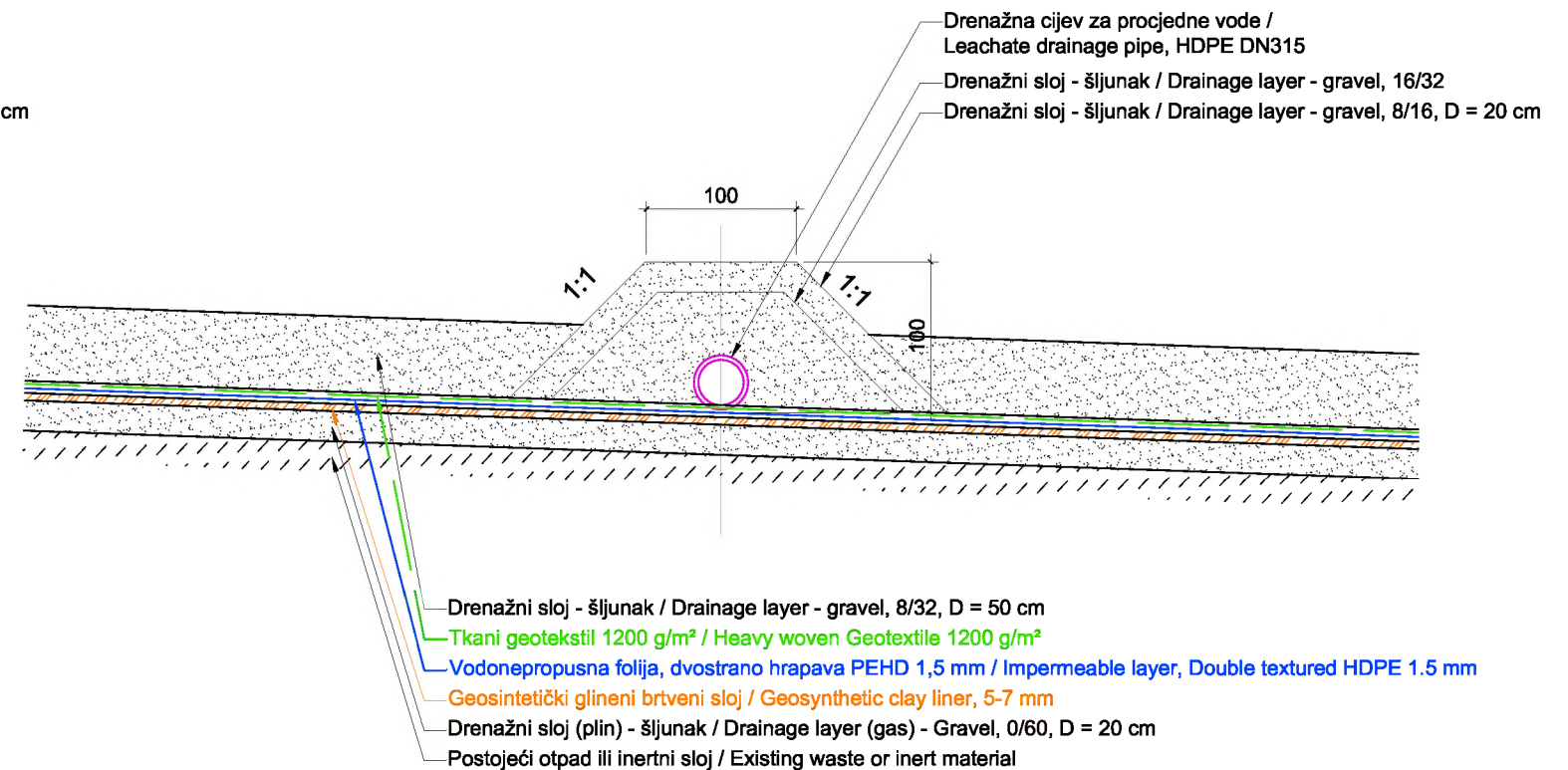
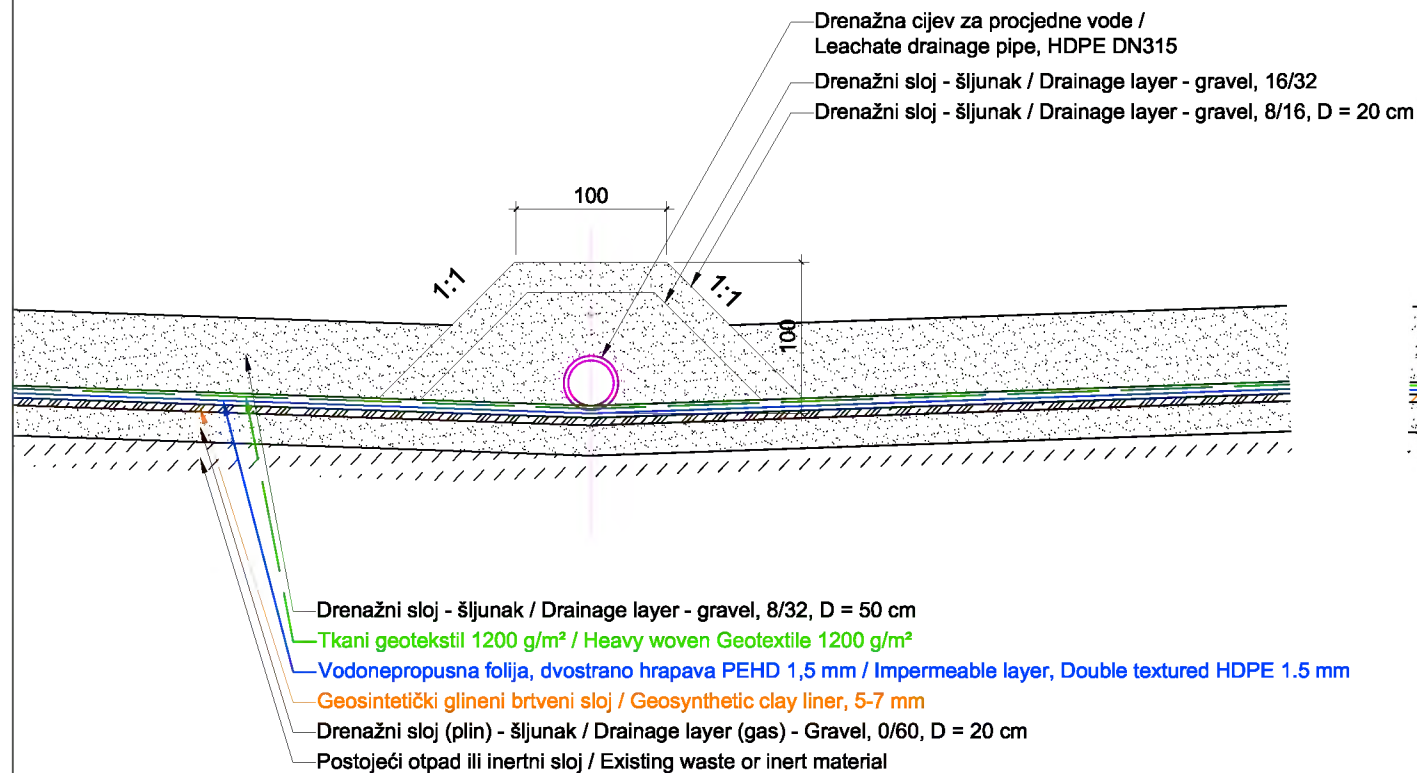
HEMA VERTIKALNOG SISTEMA ZA AKTIVNO OTPLINJAVANJE / SCHEMATIC LAYOUT OF VERTICAL ACTIVE GAS COLLECTION SYSTEM



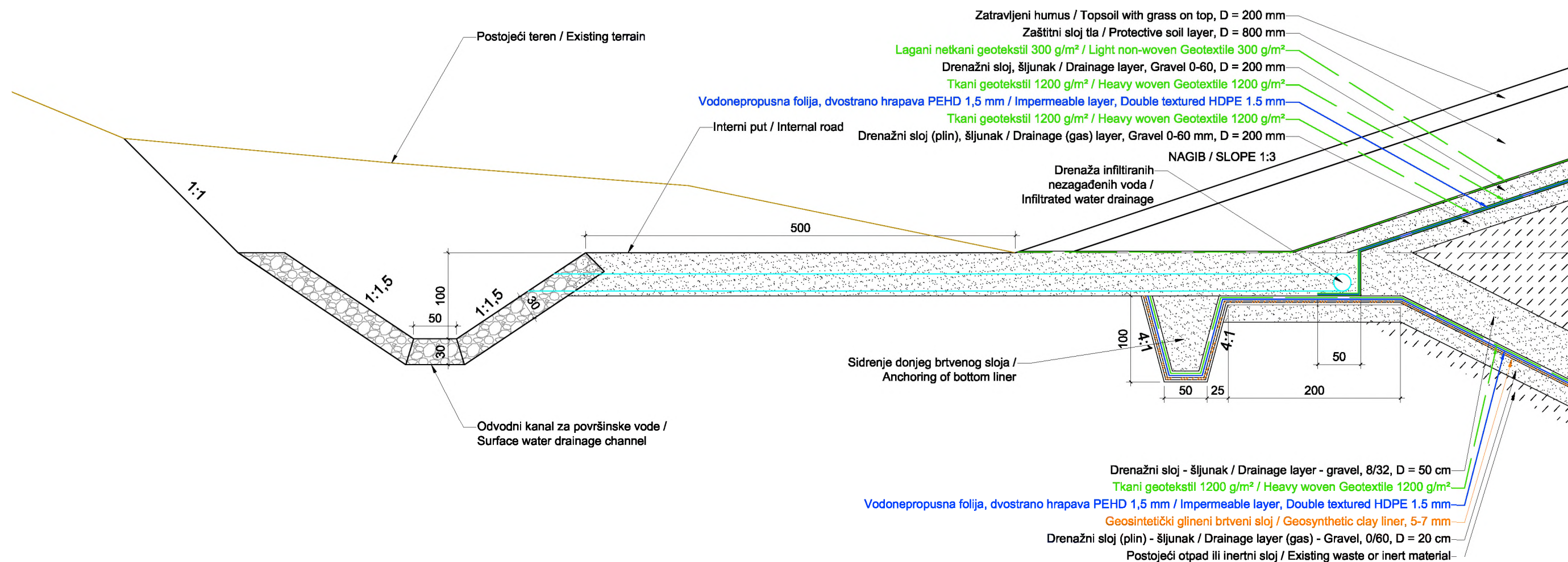
HEMA RASPOREDA VERTIKALNIH BUNARA ZA OTPLINJAVANJE / SCHEMATIC LAYOUT OF VERTICAL GAS WELLS



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS. LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK	Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba	
PROJEKTANT:	COWI	INŽENJERING	
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN	SCALE: RAZMJERA: 1:50	DATE: DATUM: 25.02.2019.
TITLE IN ENGLISH:	DETAIL OF VERTICAL GAS WELL CONSTRUCTION		
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT	PROJECT CODE: A110036-005.3	NO: BROJ: 405
NAZIV:	DETALJ KONSTRUKCIJE VERTIKALNOG BUNARA ZA OTPLINJAVANJE		
DESIGNED:	PROJEKTANT: ŽELJKO LOZANČIĆ		
CHECKED:	KONTROLA: CARSTEN SKOV, COWI A/S		
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER: ANDRIK MOLS, COWI A/S		

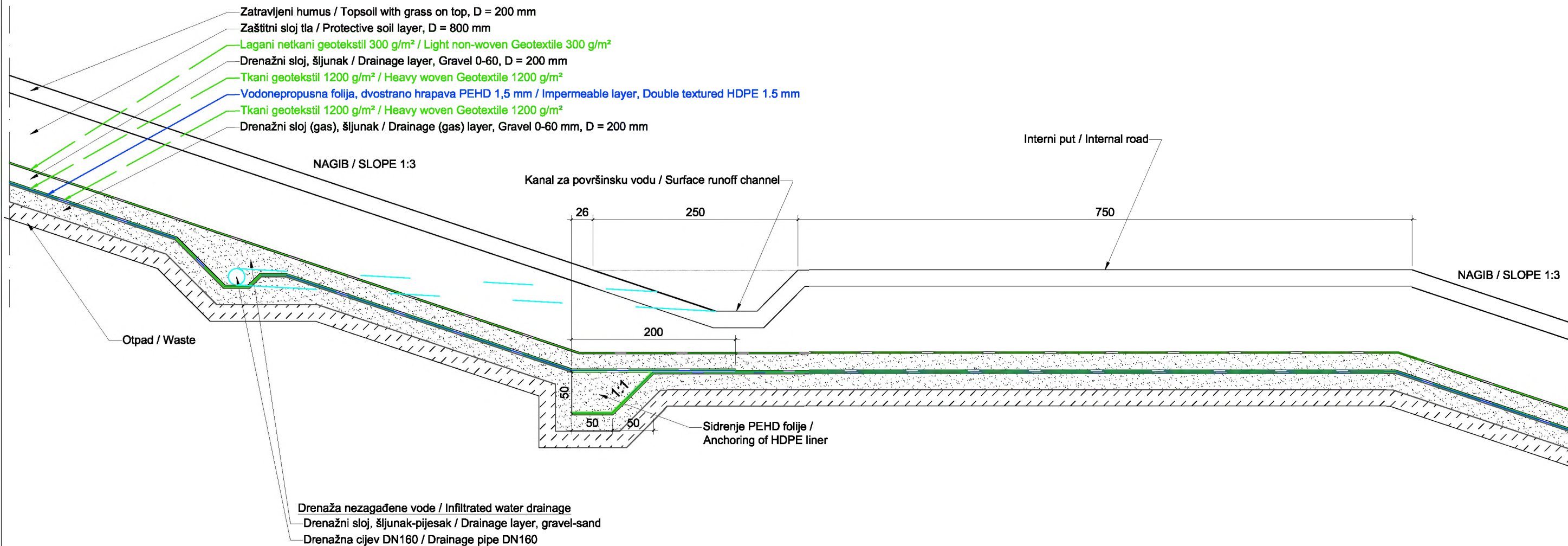


PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba
PROJEKTANT:	COWI		SARAJINZENJERING
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA: 1:50
TITLE IN ENGLISH:	DETAIL OF LEACHATE MANAGEMENT SYSTEM		DATE: DATUM: 25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE: KOD PROJEKTA: A110036-005.3
NAZIV:	DETALJ DRENAŽE PROCJEDNIH VODA		NO: BROJ: 406
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINZENJERING LTD and COWI A/S
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S	



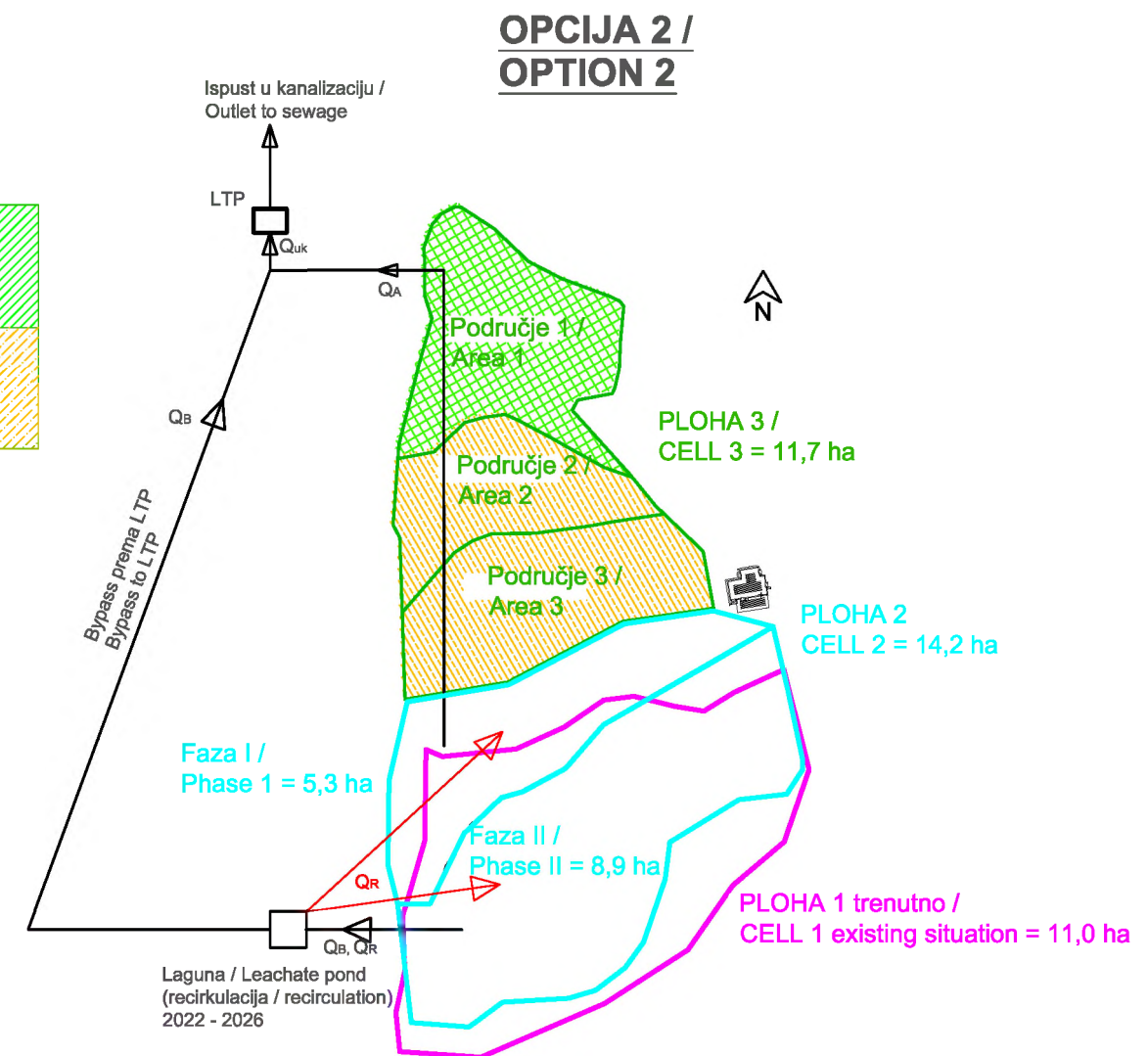
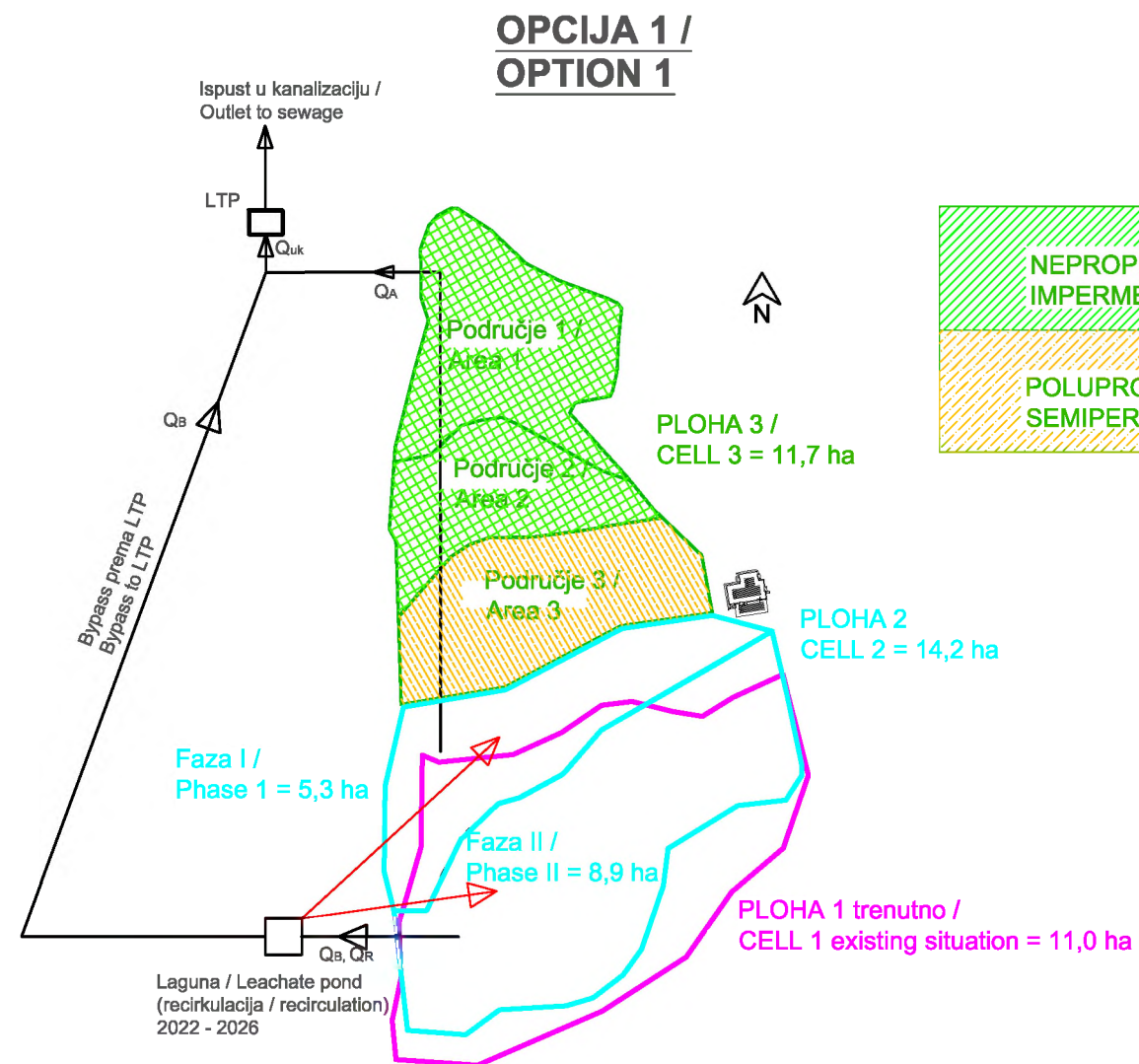
PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA		
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI		
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN ŠMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO		
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM ŠMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO		
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina T +387 33 260 545, F +387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba
PROJEKTANT:	COWI INŽENJERING		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN		SCALE: RAZMJERA:
TITLE IN ENGLISH:	DETAIL OF BOTTOM LINER ANCHORING		1:50
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT		PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:
NAZIV:	DETALJ ANKERA DONJEG BRTVENOG SLOJA		A110036-005.3
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ	It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S	
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S	

407



PROJECT TITLE:	IMPROVEMENT OF SEVEN SOLID WASTE DISPOSAL SITES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA				
NAZIV PROJEKTA:	UNAPREĐENJE SEDAM DEPONJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI				
TASK:	TASK 3 - MINIMIZATION OF LEACHATE GENERATION IN SMILJEVIĆI LANDFILL, LIFESPAN ANALYSIS AND ASSESSMENT OF PROGRESSIVE CLOSURE FOR LEACHATE MINIMIZATION, SARAJEVO				
ZADATAK:	ZADATAK 3 - SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VJEKA I PROCJENA POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO				
DESIGNER:	ADDRESS: PARALLELVEJ 2, 2800 KGS, LINGBY, DENMARK		Skenderija 48, 71 000 Sarajevo. Bosna i Hercegovina		
PROJEKTANT:	COWI TEL.: +45 4597 2211 E-MAIL: COWI@COWI.DK		TEL.: +387 33 260 545, F+387 33 592 450 Email: info@sarajinzenjering.ba		
PHASE:	PRELIMINARY DESIGN			SCALE: RAZMJERA:	DATE: DATUM:
TITLE IN ENGLISH:	DETAIL OF TERRACE WITH INTERNAL MAINTENANCE ROAD			1:50	25.02.2019.
FAZA PROJEKTA:	IDEJNI PROJEKAT			PROJECT CODE: KOD PROJEKTA:	NO: BROJ:
NAZIV:	DETALJ BERMJE SA INTERNOM CESTOM ZA ODRŽAVANJE			A110036-005.3	
DESIGNED:	PROJEKTANT:	ŽELJKO LOZANČIĆ		It is prohibited to copy, multiply or print this document without written approval of SARAJINŽENJERING LTD and COWI A/S	408
CHECKED:	KONTROLA:	CARSTEN SKOV, COWI A/S			
PROJECT MANAGER:	PROJEKT MENADŽER:	ANDRIK MOLS, COWI A/S			

Prilog D Sheme i blok dijagrami procjednih voda



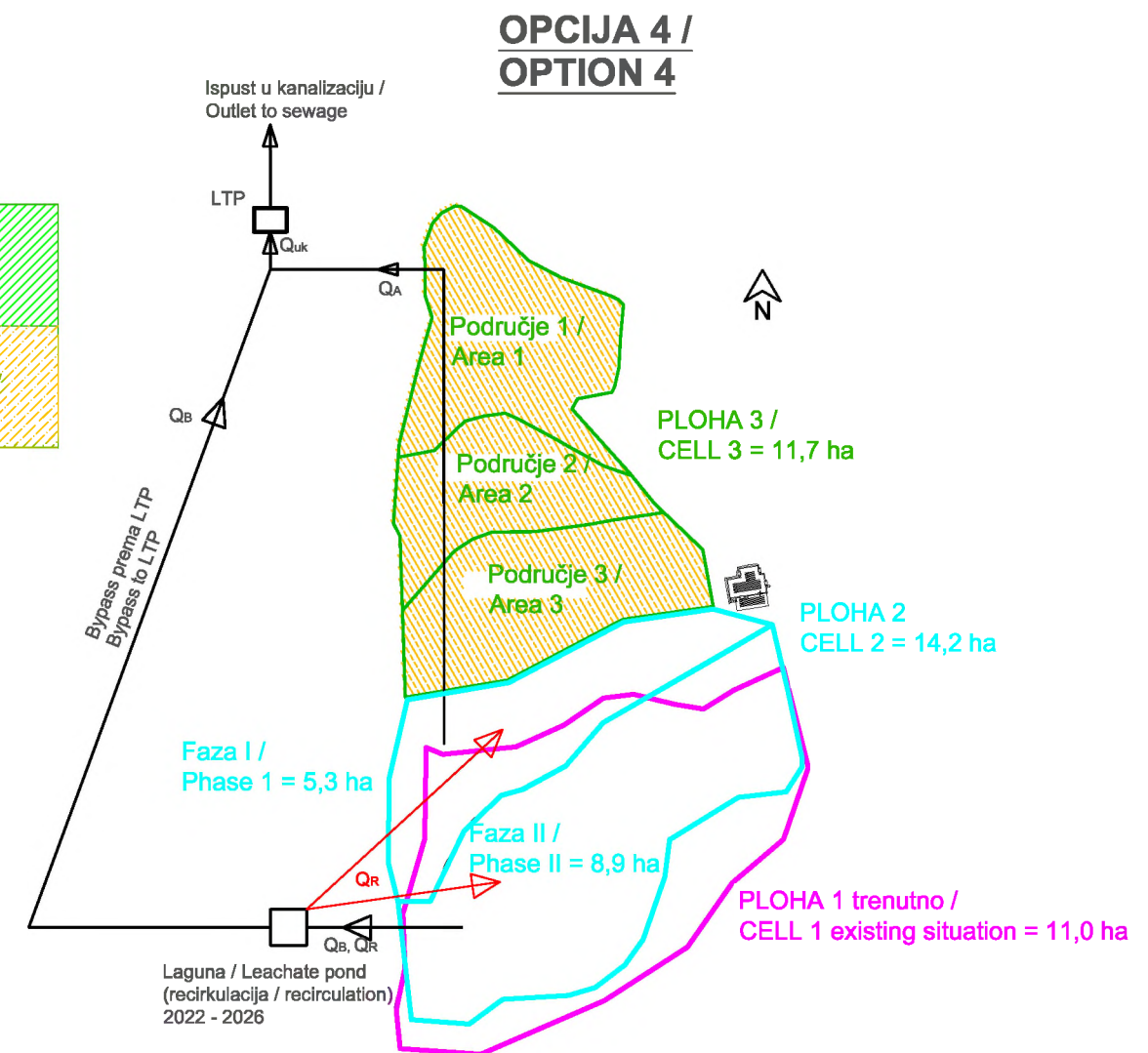
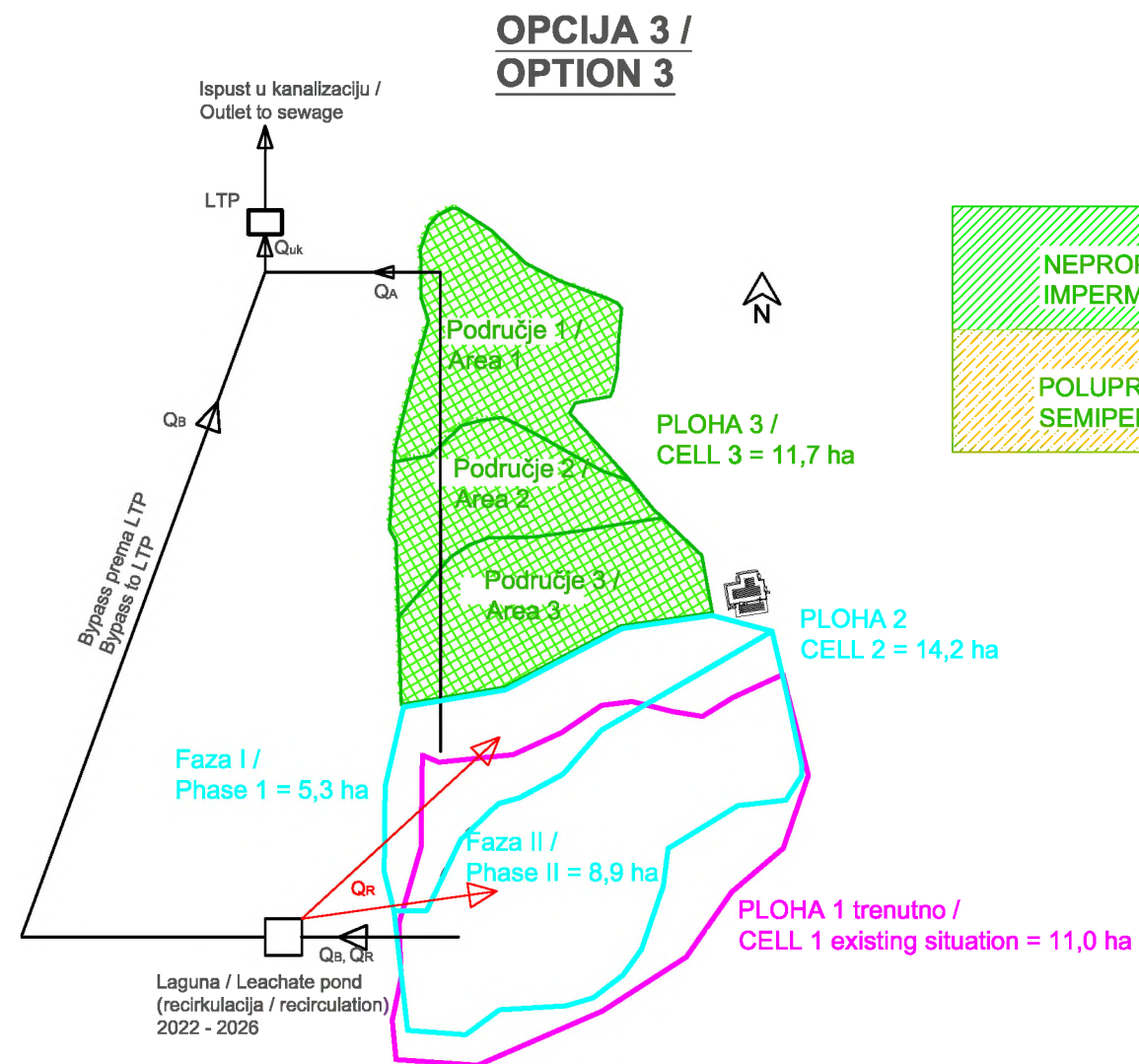
NAPOMENE / NOTES:

QA - Procjedne vode prikupljene plitkom drenažom / Leachate collected by Shallow drainage

QB - Procjedne vode prikupljene drenažom sa Plohe 2 - Faza II i transportovane bypassom do postrojenja za tretman / Leachate collected by drainage from Cell 2 - Phase II and transported by a bypass to LTP

QR - Procjedne vode prikupljene drenažom sa Plohe 2 - Faza II i recirkulirane / Leachate collected by drainage from Cell 2 - Phase II and recirculated

* Recirkulacija procjednih voda prikupljenih plitkom drenažom ovdje nije razmatrana, ali operator na deponiji može razmotriti i ovaj način upravljanja procjednim vodama / The recirculation of leachate collected by shallow drainage is not considered here, but the landfill operator may also consider this method of leachate management



NAPOMENE / NOTES:

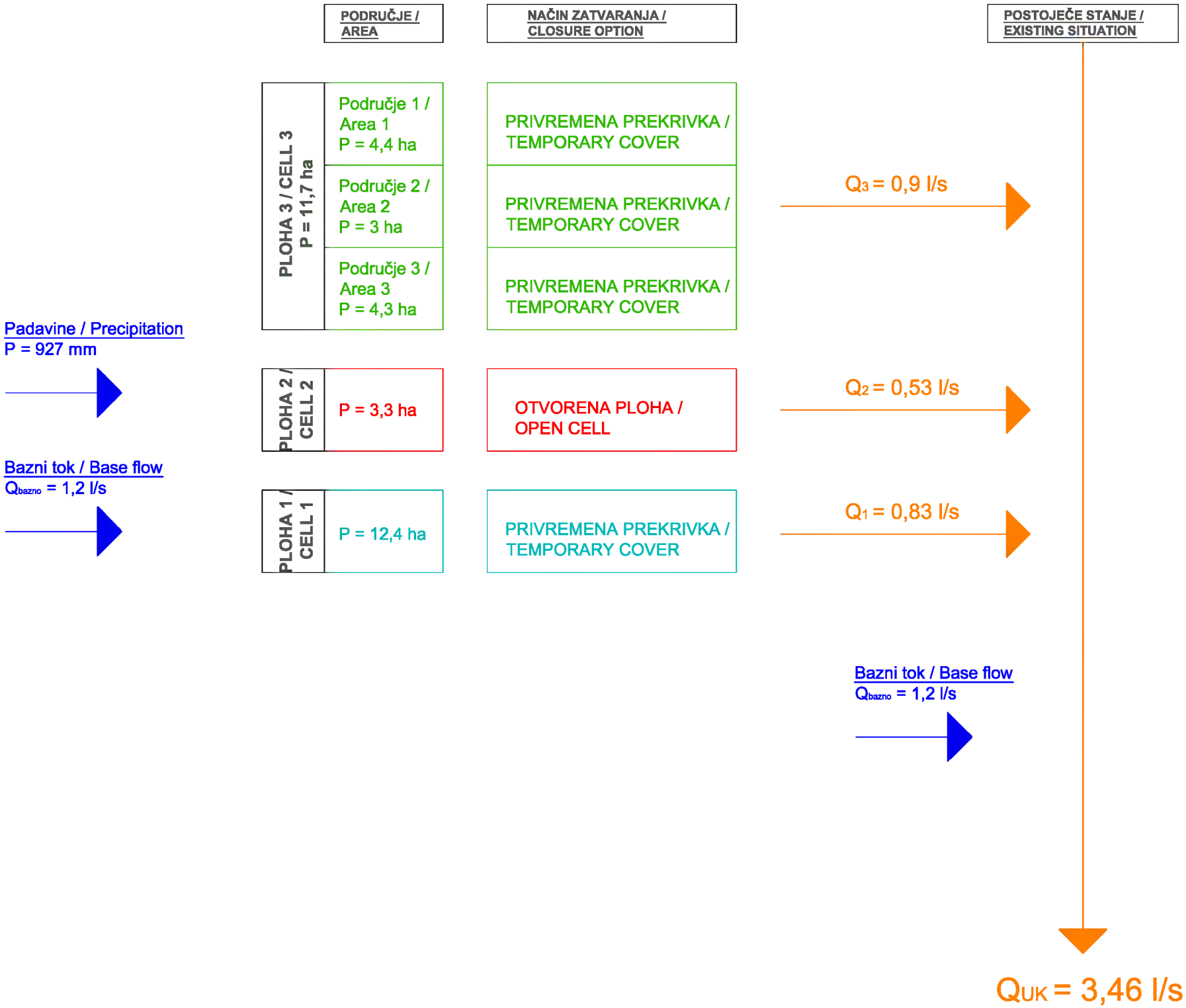
Q_A - Procjedne vode prikupljene plitkom drenažom / Leachate collected by Shallow drainage

Q_B - Procjedne vode prikupljene drenažom sa Plohe 2 - Faza II i transportovane bypassom do postrojenja za tretman / Leachate collected by drainage from Cell 2 - Phase II and transported by a bypass to LTP

Q_R - Procjedne vode prikupljene drenažom sa Plohe 2 - Faza II i recirkulirane / Leachate collected by drainage from Cell 2 - Phase II and recirculated

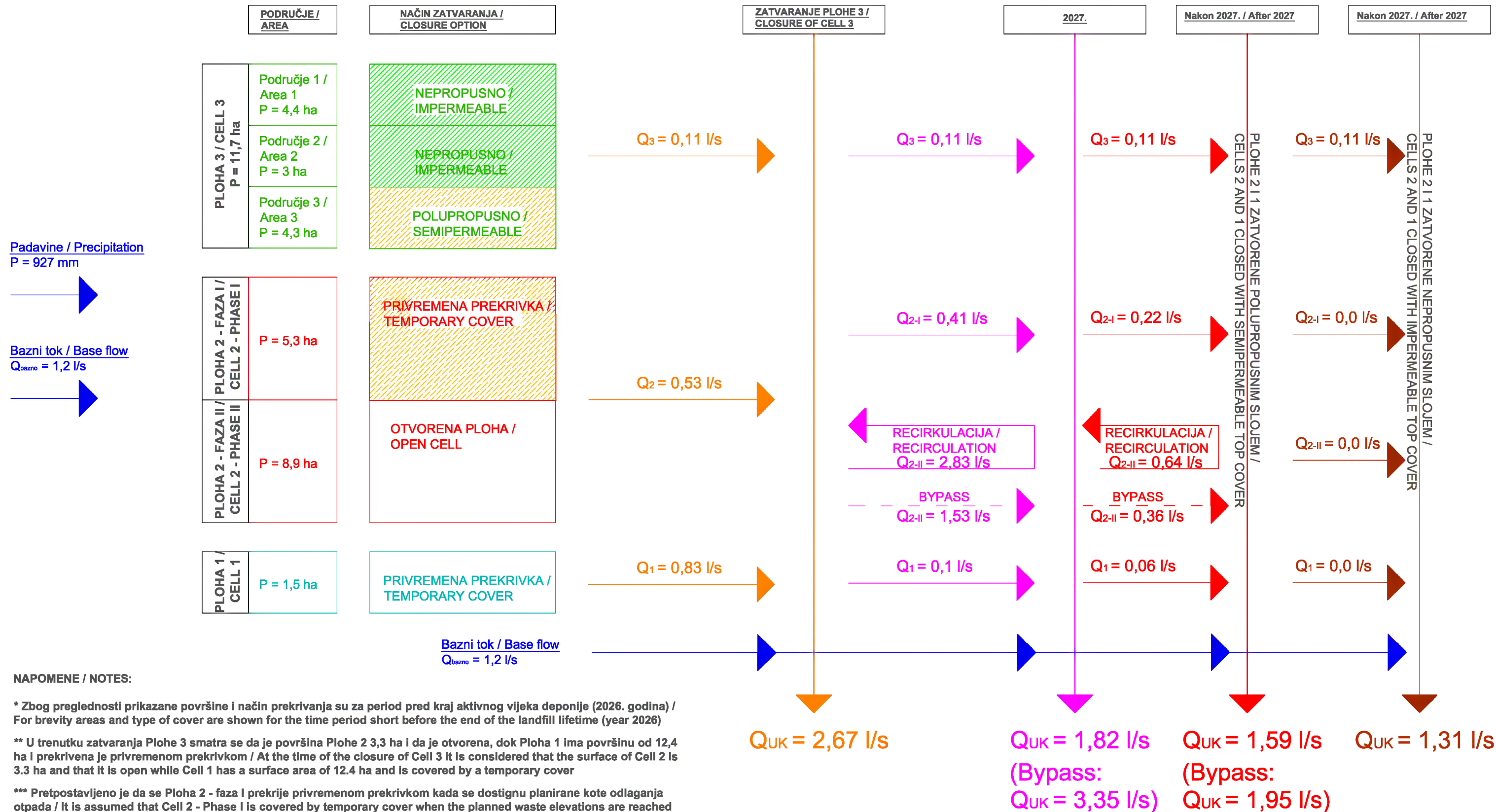
* Recirkulacija procjednih voda prikupljenih plitkom drenažom ovdje nije razmatrana, ali operator na deponiji može razmotriti i ovaj način upravljanja procjednim vodama / The recirculation of leachate collected by shallow drainage is not considered here, but the landfill operator may also consider this method of leachate management

POSTOJEĆA SITUACIJA /
EXISTING SITUATION



PREMA POSTROJENJU ZA TRETMAN PROCJEDNIH VODA /
TO LEACHATE TREATMENT PLANT

OPCIJA 1 /
OPTION 1



NAPOMENE / NOTES:

* Zbog preglednosti prikazane površine i način pokrivanja su za period pred kraj aktivnog vijeka deponije (2026. godina) / For brevity areas and type of cover are shown for the time period short before the end of the landfill lifetime (year 2026)

** U trenutku zatvaranja Plohe 3 smatra se da je površina Plohe 2 3,3 ha i da je otvorena, dok Ploha 1 ima površinu od 12,4 ha i prekrivena je privremenom prekrivkom / At the time of the closure of Cell 3 it is considered that the surface of Cell 2 is 3.3 ha and that it is open while Cell 1 has a surface area of 12.4 ha and is covered by a temporary cover

*** Pretpostavljeno je da se Ploha 2 - faza I prekrije privremenom prekrivkom kada se dostignu planirane kote odlaganja otpada / It is assumed that Cell 2 - Phase I is covered by temporary cover when the planned waste elevations are reached

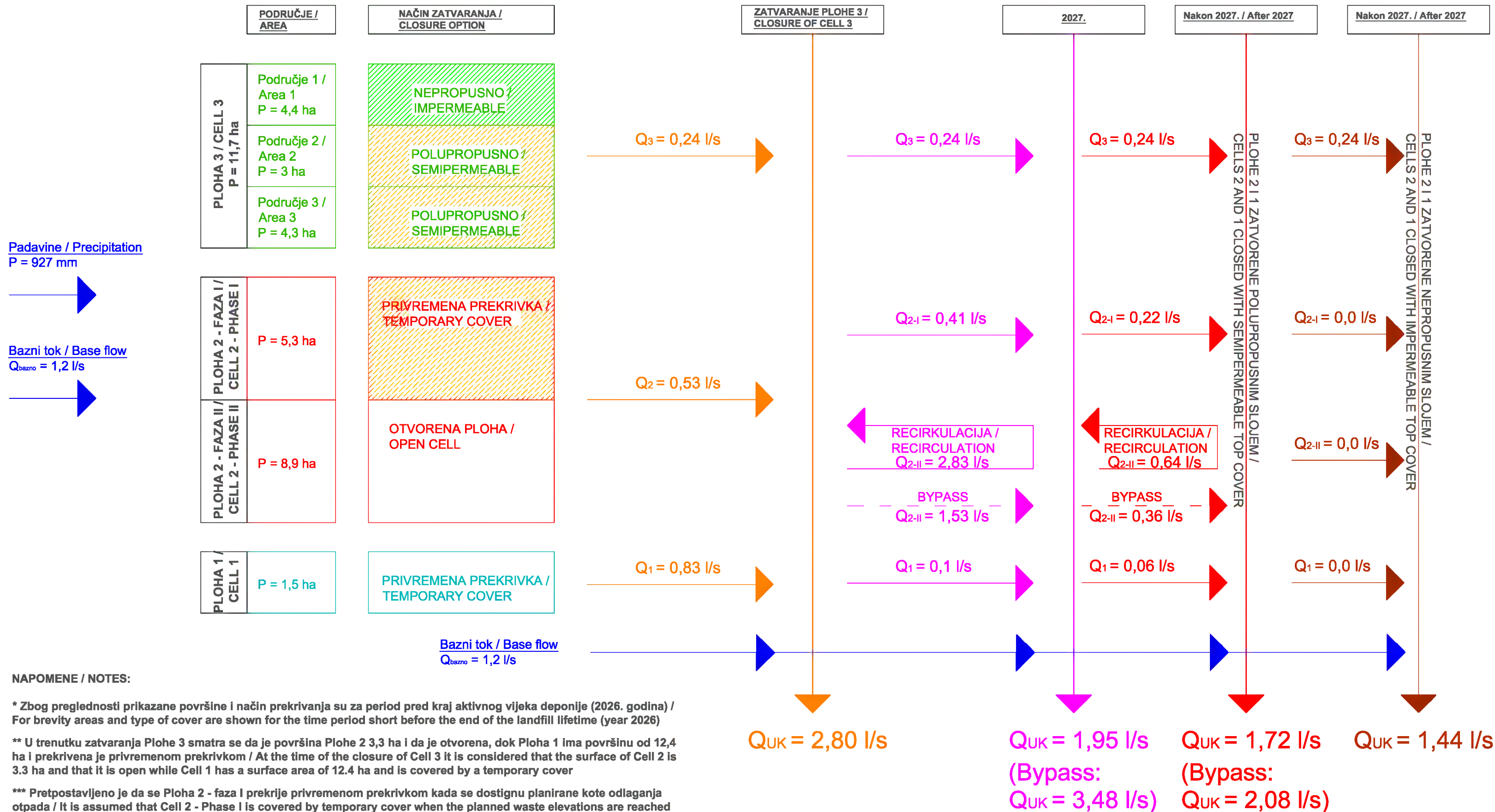
**** Recirkulacija procjednih voda prikupljenih plitkom drenažom ovdje nije razmatrana, ali operator na deponiji može razmotriti i ovaj način upravljanja procjednim vodama / The recirculation of leachate collected by shallow drainage is not considered here, but the landfill operator may also consider this method of leachate management

***** Pretpostavljena je 100% recirkulacija sa Plohe 2 - Faza II / 100% recirculation is assumed for Cell 2 - Phase II

***** Bazni tok je dodan u svim opcijama / Baseflow is added in all of the options considered

PREMA POSTROJENJU ZA TRETMAN PROCJEDNIH VODA /
TO LEACHATE TREATMENT PLANT

OPCIJA 2 /
OPTION 2



NAPOMENE / NOTES:

* Zbog preglednosti prikazane površine i način pokrivanja su za period pred kraj aktivnog vijeka deponije (2026. godina) / For brevity areas and type of cover are shown for the time period short before the end of the landfill lifetime (year 2026)

** U trenutku zatvaranja Plohe 3 smatra se da je površina Plohe 2 3,3 ha i da je otvorena, dok Ploha 1 ima površinu od 12,4 ha i prekrivena je privremenom prekrivkom / At the time of the closure of Cell 3 it is considered that the surface of Cell 2 is 3.3 ha and that it is open while Cell 1 has a surface area of 12.4 ha and is covered by a temporary cover

*** Pretpostavljeno je da se Ploha 2 - faza I prekrije privremenom prekrivkom kada se dostignu planirane kote odlaganja otpada / It is assumed that Cell 2 - Phase I is covered by temporary cover when the planned waste elevations are reached

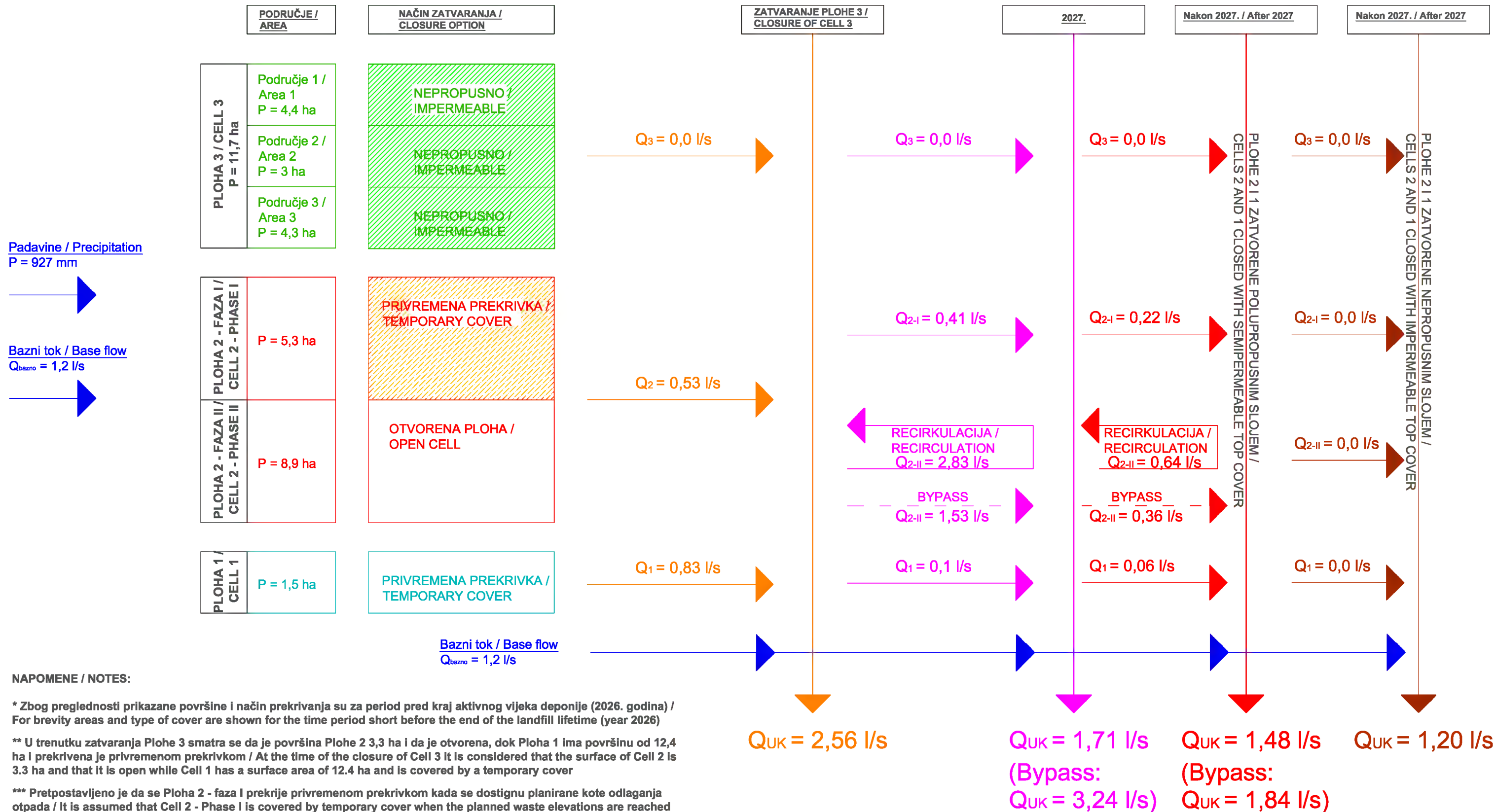
**** Recirkulacija procjednih voda prikupljenih plitkom drenažom ovdje nije razmatrana, ali operator na deponiji može razmotriti i ovaj način upravljanja procjednim vodama / The recirculation of leachate collected by shallow drainage is not considered here, but the landfill operator may also consider this method of leachate management

***** Pretpostavljena je 100% recirkulacija sa Plohe 2 - Faza II / 100% recirculation is assumed for Cell 2 - Phase II

***** Bazni tok je dodan u svim opcijama / Baseflow is added in all of the options considered

PREMA POSTROJENJU ZA TRETMAN PROCJEDNIH VODA /
TO LEACHATE TREATMENT PLANT

OPCIJA 3 /
OPTION 3



NAPOMENE / NOTES:

* Zbog preglednosti prikazane površine i način pokrivanja su za period pred kraj aktivnog vijeka deponije (2026. godina) / For brevity areas and type of cover are shown for the time period short before the end of the landfill lifetime (year 2026)

** U trenutku zatvaranja Plohe 3 smatra se da je površina Plohe 2 3,3 ha i da je otvorena, dok Ploha 1 ima površinu od 12,4 ha i prekrivena je privremenom prekrivkom / At the time of the closure of Cell 3 it is considered that the surface of Cell 2 is 3.3 ha and that it is open while Cell 1 has a surface area of 12.4 ha and is covered by a temporary cover

*** Pretpostavljeno je da se Ploha 2 - faza I prekrije privremenom prekrivkom kada se dostignu planirane kote odlaganja otpada / It is assumed that Cell 2 - Phase I is covered by temporary cover when the planned waste elevations are reached

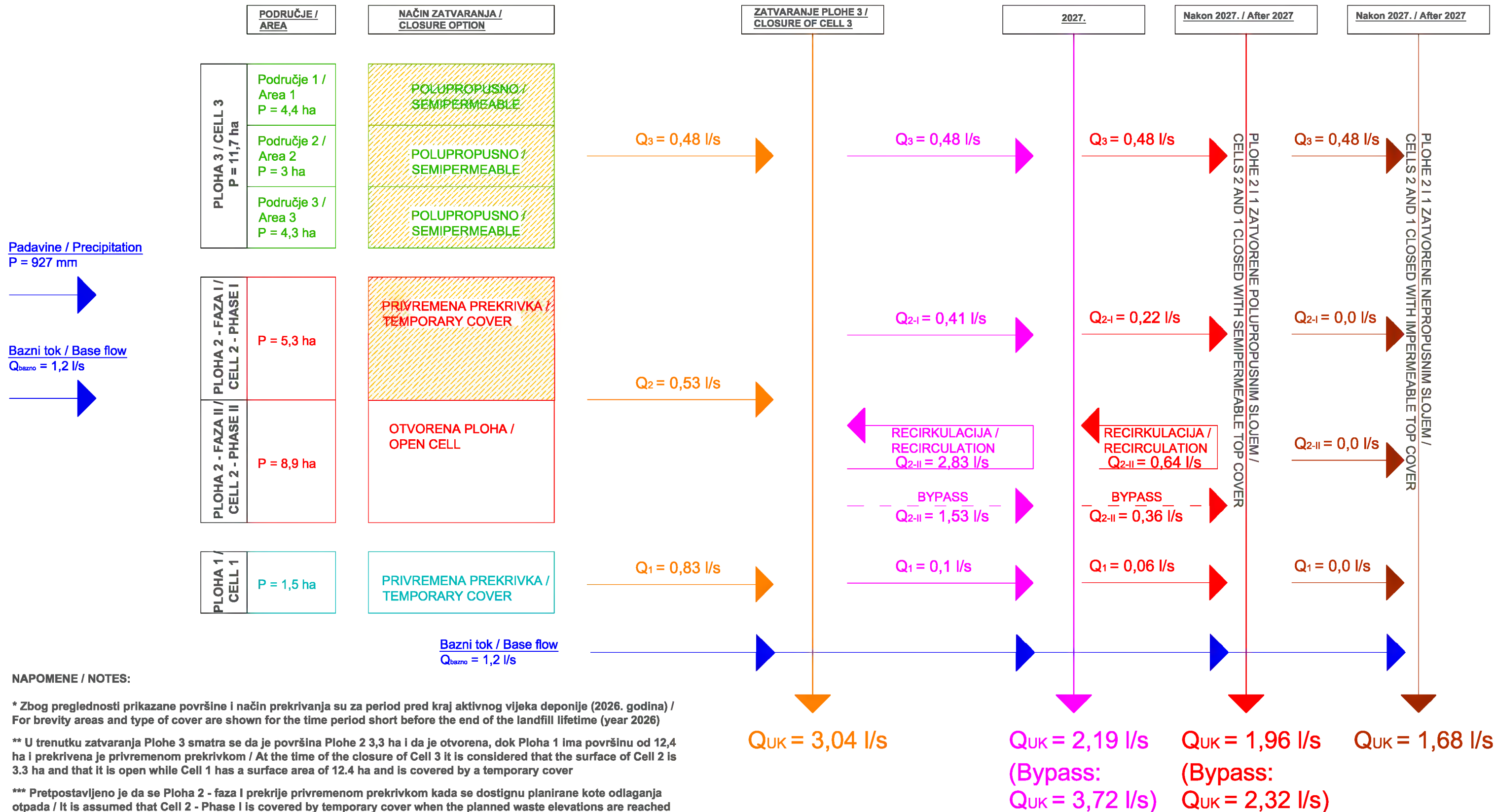
**** Recirkulacija procjednih voda prikupljenih plitkom drenažom ovdje nije razmatrana, ali operator na deponiji može razmotriti i ovaj način upravljanja procjednim vodama / The recirculation of leachate collected by shallow drainage is not considered here, but the landfill operator may also consider this method of leachate management

***** Pretpostavljena je 100% recirkulacija sa Plohe 2 - Faza II / 100% recirculation is assumed for Cell 2 - Phase II

***** Bazni tok je dodan u svim opcijama / Baseflow is added in all of the options considered

PREMA POSTROJENJU ZA TRETMAN PROCJEDNIH VODA /
TO LEACHATE TREATMENT PLANT

OPCIJA 4 /
OPTION 4



NAPOMENE / NOTES:

* Zbog preglednosti prikazane površine i način pokrivanja su za period pred kraj aktivnog vijeka deponije (2026. godina) / For brevity areas and type of cover are shown for the time period short before the end of the landfill lifetime (year 2026)

** U trenutku zatvaranja Plohe 3 smatra se da je površina Plohe 2 3,3 ha i da je otvorena, dok Ploha 1 ima površinu od 12,4 ha i prekrivena je privremenom prekrivkom / At the time of the closure of Cell 3 it is considered that the surface of Cell 2 is 3.3 ha and that it is open while Cell 1 has a surface area of 12.4 ha and is covered by a temporary cover

*** Pretpostavljeno je da se Ploha 2 - faza I prekrije privremenom prekrivkom kada se dostignu planirane kote odlaganja otpada / It is assumed that Cell 2 - Phase I is covered by temporary cover when the planned waste elevations are reached

**** Recirkulacija procjednih voda prikupljenih plitkom drenažom ovdje nije razmatrana, ali operator na deponiji može razmotriti i ovaj način upravljanja procjednim vodama / The recirculation of leachate collected by shallow drainage is not considered here, but the landfill operator may also consider this method of leachate management

***** Pretpostavljena je 100% recirkulacija sa Plohe 2 - Faza II / 100% recirculation is assumed for Cell 2 - Phase II

***** Bazni tok je dodan u svim opcijama / Baseflow is added in all of the options considered

PREMA POSTROJENJU ZA TRETMAN PROCJEDNIH VODA /
TO LEACHATE TREATMENT PLANT

Prilog E Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode

Tabela 10 Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode – otpadne vode (juli 2018.)

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem- granica	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018	20.7.2018	24.7.2018	27.7.2018	31.7.2018
Kiša*	L/m ²	/	4,7	0,4	5,3	0,0	9,6	0,0	3,9	1,1	0,0
Protok*	m ³ /day	/	188,0	207,0	167,0	173,0	215,0	218,0	251,0	285,0	261,0
Temperatura vode	°C	30	21,2	25,3	22,2	24,7	26,3	25,2	26,7	25,5	25,7
Protok	m ³ /day	/	193,1	212,4	182,1	168,1	221,5	224,4	298,3	289,7	270,2
pH	/	6,5-9,5	8,47	8,33	8,45	8,39	8,28	8,42	7,95	8,30	8,35
Provodljivost	μS/cm	/	11600	12210	10900	11870	13130	12570	8660	10820	12900
Ukupna otopljena materija	mg/L	/	6370	7100	6875	7320	6150	7365	6987	5879	7675
Otopljeni kisik	mg/L	/	5,24	4,14	5,21	4,31	4,63	2,49	3,57	3,51	3,40
Hemijska potrošnja kisika (HPK)	mgO ₂ /L	700	2230	2030	860	1045	740	740	1590	1980	2360
Biohemijska potrošnja kisika (BPK)	mgO ₂ /L	250	49	50	60	78	177	153	141	129	186
Amonijak	mgN/L	40	440,6	508,0	751,7	665,0	493,6	413,4	527,5	365,0	422,4
Nitrati	mgN/L	50	24,5	30,8	70,4	76,1	54,2	43,7	62,1	32,6	54,2
Organski azot	mgN/L	/	434,9	385,8	701,9	583,1	572,0	522,2	709,7	440,9	310,8
Nitriti	mgN/L	/	0,59	0,32	0,68	0,75	0,92	1,84	0,87	1,56	1,60
Ukupno azota	mgN/L	100	900,0	925,0	1525,0	1325,0	1120,0	980,0	1300,0	840,0	790,0

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018	20.7.2018	24.7.2018	27.7.2018	31.7.2018
Nataložene krute materije	ml/L	10	0,12	0,10	0,15	0,09	0,20	0,12	0,13	0,17	0,14
Ukupna suspendirana materija	mg/L	400	115	73	133	93	70	60	53	148	42
Boja	(Pt Co scale)	/	5193,0	5944,2	5670,0	4875,3	4077,8	5543,7	4978,3	5069,2	5774,9
Mutnoća	NTU	/	43,8	41,8	38,6	38,4	31,4	44,9	53,4	48,6	66,2
Sulfati	mg/L	300	108	161	90	180	75	210	125	200	214
Sulfidi	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi	mg/L	250	1524,5	1489,0	1559,9	1453,6	921,8	1559,9	1276,3	1205,4	1240,9
Fenoli	mg/L	10,0	6,2	5,7	4,3	5,1	8,3	6,9	8,2	7,1	4,9
Cijanidi	mg/L	10,0	0,09	0,12	0,21	0,14	0,29	0,13	0,16	0,19	0,31
Ukupno fosfora	mgP/L	5,0	6,37	7,87	8,75	10,0	22,0	14,50	4,75	8,0	10,0
Ortofosfati	mgP/L	/	0,117	0,030	0,090	0,110	0,170	0,140	0,190	0,210	0,160
Masti i ulja	mg/L	100	0,54	0,18	0,24	0,31	0,11	0,13	0,17	0,21	0,12
Željezo-Fe	mg/L	2	2,26	2,08	1,89	3,12	3,98	4,80	3,24	3,80	3,30
Bor-B	mg/l	10	15,45	16,70	15,32	16,20	14,20	17,70	18,31	16,93	19,60
Toksičnost	%	>50 %						7,6			
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,0635	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0,1	0,0125	-	-	-	-	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0,5	0,1987	-	-	-	-	-	-	-	-

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacion i sistem- granica	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018	20.7.2018	24.7.2018	27.7.2018	31.7.2018
Nikl (Ni)	mg/L	0,5	0,1406	-	-	-	-	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	0,2707	-	-	-	-	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0,0725	-	-	-	-	-	-	-	-

* Podaci uzeti iz hidrometeorološke stanice

Od 17.07. BPK5 se određuje u skladu sa BAS EN 1899-1: 2002

Tabela 11 Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode – Ukupno (miješane) ulazne vode (august 2018.)

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	3.8.2018	7.8.2018	10.8.2018	14.8.2018	17.8.2018	22.8.2018	24.8.2018	28.8.2018	31.8.2018
Kiša*	L/m ²	/	3,0	0,0	0,0	24,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Protok*	m ³ /day	/	225,0	260,8	231,3	292,4	214,6	247,9	250,7	262,1	261,1
Temperatura vode	°C	30	26,3	25,5	25,9	25,3	27,1	23,3	26,4	25,2	25,9
Protok	m ³ /day	/	230,4	272,4	222,1	308,1	221,5	244,4	258,3	259,7	260,2
pH	/	6,5-9,5	7,98	8,36	8,38	8,45	8,28	8,50	8,43	8,39	8,41
Provodljivost	μS/cm	/	9180	9980	10130	14100	13620	12875	9870	10470	11825
Ukupna otopljen materija	mg/L	/	6150	6160	5945	6410	5890	7850	7120	6280	7240
Otopljeni kisik	mg/L	/	5,14	4,21	5,11	2,19	2,57	1,99	1,81	2,65	3,20
Hemijska potrošnja kisika (HPK)	mgO ₂ /L	700	1560	2540	2550	2630	2990	3240	3300	2710	2740
Biohemijska potrošnja kisika (BPK)	mgO ₂ /L	250	170,3	293,5	238,5	265	280,5	332,1	298	270,8	304,4
Amonijak	mgN/L	40	854,0	790,8	793,2	810,6	450,7	488,5	511,5	649,2	771,7
Nitrati	mgN/L	50	25,7	19,8	27,9	24,7	31,2	33,7	22,1	36,6	34,1
Organski azot	mgN/L	/	239,6	98,9	357,9	188,0	327,1	286,7	295,3	232,8	142,8

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem- granica	3.8.2018	7.8.2018	10.8.2018	14.8.2018	17.8.2018	22.8.2018	24.8.2018	28.8.2018	31.8.2018
Nitriti	mgN/L	/	0,71	0,52	1,05	0,87	0,98	1,14	1,07	1,36	1,42
Ukupno azota	mgN/L	100	1120	910	1180	1025	810	815	830	920	950
Nataložene krute materije	ml/L	10	0,11	0,12	0,14	0,08	0,13	0,11	0,14	0,10	0,12
Ukupna suspendirana materija	mg/L	400	15	13	33	23	37	54	48	14	26
Boja	(Pt Co scale)	/	5285,0	5831,8	4980,0	5368,2	4123,5	5123,8	4845,1	5143,7	5614,0
Mutnoća	NTU	/	46,4	49,6	39,5	44,6	37,6	41,6	52,8	56,1	65,2
Sulfati	mg/L	300	70	115	100	275	105	340	255	195	225
Sulfidi	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi	mg/L	250	921,77	1240,85	1205,40	1630,84	1205,40	1559,93	1205,40	1554,60	1310,40
Fenoli	mg/L	10,0	7,6	6,5	7,3	8,1	10,4	11,8	12,3	10,9	11,5
Cijanidi	mg/L	10,0	0,1	0,13	0,18	0,21	0,25	0,19	0,16	0,11	0,19
Ukupno fosfora	mgP/L	5,0	6,25	8,37	12,25	14,0	17,24	10,51	5,15	3,11	8,62
Ortofosfati	mgP/L	/	0,08	0,10	0,14	0,11	0,15	0,13	0,18	0,17	0,12
Masti i ulja	mg/L	100	0,16	0,11	0,19	0,29	0,12	0,15	0,13	0,19	0,17
Željezo-Fe	mg/L	2	2,56	2,88	3,38	3,78	3,23	3,99	3,83	3,96	5,06
Bor-B	mg/l	10	17,3	19,6	17,7	15,6	14,3	19,3	18,7	17,4	18,2
Toksičnost	%	>50 %						7,1			

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	3.8.2018	7.8.2018	10.8.2018	14.8.2018	17.8.2018	22.8.2018	24.8.2018	28.8.2018	31.8.2018
* Podaci uzeti iz hidrometeorološke stanice											

Tabela 12 Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode – Mješoviti uzorak MS1 (septembar 2018.)

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	4.9.2018.	7.9.2018.	11.9.2018.	14.9.2018.	18.9.2018.	21.9.2018.	25.9.2018.	28.9.2018.
Kiša*	L/m ²	/	2,9	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Protok*	m ³ /day	/	250,6	228,6	262,7	268,0	258,9	269,6	248,2	269,8
Temperatura vode	°C	30	26,3	25,5	25,9	25,3	27,1	23,3	26,4	25,2
Protok	m ³ /day	/	249,4	227,8	261,1	266,7	260,5	268,3	245,9	271,2
pH	/	6,5-9,5	7,98	8,36	8,38	8,45	8,28	8,50	8,43	8,39
Provodljivost	μS/cm	/	9180	13500	10130	14100	13620	12875	9870	10470
Ukupna otopljena materija	mg/L	/	6150	6160	5945	6410	5890	7850	7120	6280
Otopljeni kisik	mg/L	/	5,14	2,83	5,11	2,19	2,57	1,99	1,81	2,65
Hemijska potrošnja kisika (HPK)	mgO ₂ /L	700	2100	2550	2380	2430	2360	3140	2740	3300
Biohemijska potrošnja kisika (BPK)	mgO ₂ /L	250	280,7	293,5	268,4	265,3	254,5	282,1	250,3	270,8
Amonijak	mgN/L	40	734,8	714,0	619,0	752,5	589,2	538,1	574,5	656,8
Nitrati	mgN/L	50	26,2	20,2	26,2	28,8	31,2	33,7	22,1	36,6
Organski azot	mgN/L	/	358,4	355,2	343,7	457,8	373,6	347,1	432,3	525,4
Nitriti	mgN/L	/	0,65	0,57	1,11	0,87	0,98	1,14	1,11	1,21
Ukupno azota	mgN/L	100	1120	1090	990	1240	995	920	1030	1220

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	4.9.2018.	7.9.2018.	11.9.2018.	14.9.2018.	18.9.2018.	21.9.2018.	25.9.2018.	28.9.2018.
Nataložene krute materije	ml/L	10	0,12	0,09	0,13	0,08	0,13	0,11	0,10	0,12
Ukupna suspendirana materija	mg/L	400	14	11	29	23	37	34	38	31
Boja	(Pt Co scale)	/	5341,0	6124,4	5180,0	5368,2	4123,5	5123,8	4975,1	5443,7
Mutnoća	NTU	/	49,2	54,1	50,5	51,8	38,2	48,7	53,2	59,4
Sulfati	mg/L	300	185	205	240	215	195	200	255	195
Sulfidi	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi	mg/L	250	984,35	1240,85	1105,40	1630,84	1605,40	1559,93	1105,10	1554,60
Fenoli	mg/L	10,0	7,8	6,9	7,6	8,4	9,2	11,5	12,3	10,5
Cijanidi	mg/L	10,0	0,10	0,12	0,16	0,21	0,25	0,19	0,16	0,11
Ukupno fosfora	mgP/L	5,0	3,75	5,87	3,37	6,80	6,25	3,50	5,15	2,85
Ortofosfati	mgP/L	/	0,09	0,10	0,12	0,11	0,14	0,12	0,17	0,16
Masti i ulja	mg/L	100	0,15	0,12	0,17	0,22	0,12	0,13	0,12	0,18
Željezo-Fe	mg/L	2	4,24	3,21	2,32	4,05	3,12	3,99	3,83	5,18
Bor-B	mg/l	10	16,8	16,2	15,9	15,7	14,1	13,2	17,8	18,2
Toksičnost	%	>50 %						7,9		

* Podaci uzeti iz hidrometeorološke stanice

Tabela 13 Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode – Mješoviti uzorak MS1 (oktobar 2018.)

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacio ni sistem- granica	2.10.201 8.	5.10.201 8.	9.10.201 8.	12.10.201 8.	16.10.201 8.	19.10.201 8.	23.10.201 8.	26.10.201 8.	30.10.201 8.
Kiša*	L/m ²	/	15,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6
Protok*	m ³ /day	/	297,3	237,1	237,8	239,5	162,2	252,5	277,3	277,2	314,9
Temperatura vode	°C	30	23,2	22,4	26,1	25,3	27,1	23,3	23,4	24,2	22,8
Protok	m ³ /day	/	299,4	237,8	241,1	236,7	160,5	248,3	275,9	276,2	313,5
pH	/	6,5-9,5	8,28	8,41	8,35	8,25	8,34	8,45	8,43	8,36	8,42
Provodljivost	μS/cm	/	13680	14610	12320	14431	13120	17190	14970	13470	15120
Ukupna otopljena kruta materija	mg/L	/	6432	6160	5980	6330	5920	6470	7110	6980	5780
Otopljeni kisik	mg/L	/	4,21	4,83	3,17	2,67	3,37	2,99	3,81	2,95	3,96
Hemijska potrošnja kisika (HPK)	mgO ₂ /L	700	3900	3600	3840	3905	3740	3550	3740	3315	4300
Biohemijska potrošnja kisika (BPK)	mgO ₂ /L	250	260,2	233,4	248,4	255,7	234,2	222,1	252,5	190,8	286,7
Amonijak	mgN/L	40	623,3	635,8	617,0	732,7	694,7	731,0	935,8	765,3	590
Nitrati	mgN/L	50	24,5	28,6	32	27,5	29,8	27,5	25,1	31,6	26,8
Organski azot	mgN/L	/	602,1	615,5	470,8	529,4	469,9	560,8	598,4	542,4	392,59

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacio ni sistem- granica	2.10.201 8.	5.10.201 8.	9.10.201 8.	12.10.201 8.	16.10.201 8.	19.10.201 8.	23.10.201 8.	26.10.201 8.	30.10.201 8.
Nitriti	mgN/L	/	0,14	0,11	0,25	0,37	0,58	0,74	0,66	0,74	0,61
Ukupno azota	mgN/L	100	1250	1280	1120	1290	1195	1320	1560	1340	1010
Nataložene krute materije	ml/L	10	0,12	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,11	0,13	0,1
Ukupna suspendiran a materija	mg/L	400	15	12	23	36	38	41	29	32	25
Boja	(Pt Co scale)	/	6123,0	5926,9	5546,4	5712,2	6043,8	5557,3	6448,5	5972,4	5782,7
Mutnoća	NTU	/	50,2	58,3	49,7	59,1	46,6	51,4	60,2	55,7	48,1
Sulfati	mg/L	300	70	105	75	125	205	220	215	190	230
Sulfidi	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi	mg/L	250	1240,85	1630,84	1805,10	1559,93	1554,60	1420,34	1285,87	1210,46	1634,32
Fenoli	mg/L	10,0	7,4	6,2	6,6	7,3	8,1	9,3	10,1	9,2	10,8
Cijanidi	mg/L	10,0	0,11	0,14	0,12	0,18	0,15	0,16	0,14	0,12	0,1
Ukupno fosfora	mgP/L	5,0	3,00	4,87	2,93	3,80	3,25	3,00	3,50	3,25	3,62
Ortofosfati	mgP/L	/	0,116	0,210	0,097	0,243	0,130	0,220	0,121	0,140	0,152
Masti i ulja	mg/L	100	0,13	0,11	0,16	0,21	0,18	0,14	0,16	0,21	0,19
Željezo-Fe	mg/L	2	3,95	4,58	4,23	4,62	4,24	4,12	3,96	4,51	4,58
Bor-B	mg/l	10	16,89	15,61	14,32	15,43	16,76	14,6	16,2	17,4	17,9
Toksičnost	%	>50 %					8,1				

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacijski sistem-granica	2.10.2018.	5.10.2018.	9.10.2018.	12.10.2018.	16.10.2018.	19.10.2018.	23.10.2018.	26.10.2018.	30.10.2018.
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,0555								
Kadmijum (Cd)	mg/L	0,1	0,0205								
Hrom (Cr)	mg/L	0,5	0,6615								
Nikl (Ni)	mg/L	0,5	0,3077								
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	0,3384								
Cink (Zn)	mg/L	2	0,1901								
* Podaci uzeti iz hidrometeorološke stanice											



REZULTATI FIZIČKO HEMIJSKOG ISPITIVANJA PROCJEDNIH VODA RCUO SMILJEVIĆI ZA ISPUST "PLITKA DRENAŽA"
RESULTS OF PHYSICAL-CHEMICAL TESTING FOR LEACHATE WATER - SHALLOW DRAINAGE

Tabela. Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizacioni sistem-Plitka drenaža
Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for relese into the sewage

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem/ Limit value for release into canalization sistem-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018	20.7.2018	24.7.2018	27.7.2018	31.7.2018
Količina padavina/Rainfall* (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4.7	0.4	5.3	0.0	9.6	0.0	3.9	1.1	0.0
Protok/Flow*	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	21.9	26.3	23.8	27.7	28.4	25.9	27.4	27.8	27.5
Protok/Flow	m ³ /dan	/	91.4	109.0	91.0	90.8	116.0	117.1	173.4	171.5	149.2
pH/pH	/	6,5-9,5	8.58	8.44	8.67	8.57	8.36	8.60	8.04	8.42	8.45
Elektroprovodljivost/Conductivity	µS/cm	/	14590	18180	14810	17180	17310	17850	9250	13310	17510
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	8150	13220	9120	10130	14930	10150	11435	7400	8567
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	4.38	1.91	4.50	3.76	1.33	2.12	3.38	2.96	2.97
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	700	3320	3660	1980	1090	1980	2250	1970	3360	3450
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	250	94.0	90.0	80.0	89.0	225.0	180.0	158.0	147.0	351.0
Amonijak/Ammonia	mgN/L	40	535.0	603.0	944.2	853.0	899.0	418.0	533.3	444.0	870.0
Nitrati/Nitrates	mgN/L	50	27.3	34.1	74.1	80.5	59.7	48.6	67.1	38.9	88.1
Organski azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	1062.3	387.2	630.7	495.2	240.4	582.5	773.4	640.4	450.6
Nitrit/Nitrite	mgN/L	/	0.34	0.69	0.95	1.25	0.86	0.85	1.12	1.65	1.32
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	100	1625.0	1025.0	1650.0	1430.0	1200.0	1050.0	1375.0	1125.0	1410.0
Taložive materije/Settleable solids	ml/L	10	0.11	0.13	0.12	0.15	0.18	0.23	0.11	0.14	0.27
Ukupne suspendovane materije/Total suspended matter	mg/L	400	85	109	56	60	34	43	32	30	48
Boja/Color	(Pt Co skala)	/	11352	12007	10349	11767	7742	11527	9565	11489	11489
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	56.2	55.2	54.6	60.2	61.4	56.4	74.4	81.2	95.7
Sulfati/Sulphates	mg/L	300	175	198	180	285	200	305	290	380	330
Sulfidi/Sulfides	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/Chlorides	mg/L	250	1737.2	2339.9	1985.4	2091.7	2127.2	2269.0	1347.2	1630.8	1559.3
Fenoli/Phenols	mg/L	10.0	6.9	6.5	5.4	6.3	9.5	8.7	9.4	8.5	5.2
Cijanidi/Cyanides	mg/L	10.0	0.31	0.45	0.24	0.64	0.37	1.10	0.72	0.93	0.84
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	5.0	9.62	15.12	15.23	17.00	20.62	16.50	5.63	12.50	15.87
Ortofosfati/Orthophosphates	mgP/L	/	0.172	0.700	0.850	1.230	0.230	0.190	0.150	0.130	0.320
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	100	0.51	0.36	0.25	0.18	0.48	0.23	0.34	0.16	0.29
Željezo/Iron-Fe	mg/L	2	2.13	1.98	2.34	3.04	5.36	6.32	3.76	4.54	4.12
Bor/Borron-B	mg/l	10	18.70	20.50	16.90	22.30	18.40	24.70	26.10	25.30	27.70
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>50 %	-	-	-	-	-	5.0	-	-	-
Bakar (Cu)	mg/L	0.5	0.048	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0.1	0.0261	-	-	-	-	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0.5	0.341	-	-	-	-	-	-	-	-
Niki (Ni)	mg/L	0.5	0.1516	-	-	-	-	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0.5	0.2308	-	-	-	-	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0.1166	-	-	-	-	-	-	-	-

Napomena: * podaci preuzeti sa hidrometeorološke stanice/The data is taken from hydrometeorological station
BPK5 je rađen manometrijskom metodom po BAS EN ISO 9408:2005, i pošto se u ovom slučaju naša metoda nije pokazala adekvatnom za ovakve tipove procjednih voda, od 17.07. smo prešli na metodu razblaživanja i zasijavanja po BAS EN 1899-1:2002.

Napomena: * podaci preuzeti sa hidrometeorološke stanice/The data is taken from hydrometeorological station



#NAME?

REZULTATI FIZIČKO HEMIJSKOG ISPITIVANJA PROCJEDNIH VODA RCUO SMILJEVIĆI ZA ISPUŠT "EFLUENT" RESULTS OF PHYSICAL-CHEMICAL TESTING FOR LEACHATE WATER - EFLUENT

Tabela. Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizacioni sistem-~~ispust~~ Efluent

Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for relese into the sewage

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem/ Limit value for release into canalization sistem-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018	20.7.2018	24.7.2018	27.7.2018	31.7.2018
Količina padavina/ <i>Rainfe</i> * (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4.7	0.4	5.3	0.0	9.6	0.0	3.9	1.1	0.0
Protok/ <i>Flow</i> *	m ³ /dan	/	188.0	207.0	167.0	173.0	215.0	218.0	251.0	285.0	261.0
Temperatura vode/ <i>Water temperature</i>	°C	30	21.2	25.3	22.2	24.7	26.3	25.2	26.7	25.5	25.7
Protok/ <i>Flow</i>	m ³ /dan	/	193.1	212.4	182.1	168.1	221.5	224.4	298.3	289.7	270.2
pH/ <i>pH</i>	/	6,5-9,5	8.47	8.33	8.45	8.39	8.28	8.42	7.95	8.30	8.35
Elektroprovodljivost/ <i>Conductivity</i>	µS/cm	/	11600	12210	10900	11870	13130	12570	8660	10820	12900
Ukupne rastvorene čestice/ <i>Total dissolved solids</i>	mg/L	/	6370	7100	6875	7320	6150	7365	6987	5879	7675
Rastvoreni kisik/ <i>Dissolved oxygen</i>	mg/L	/	5.24	4.14	5.21	4.31	4.63	2.49	3.57	3.51	3.40
Hemijska potrošnja kisika/ <i>COD</i>	mgO ₂ /L	700	2230	2030	860	1045	740	740	1590	1980	2360
Biološka potrošnja kisika/ <i>BOD</i>	mgO ₂ /L	250	49	50	60	78	177	153	141	129	186
Amonijak/ <i>Ammonia</i>	mgN/L	40	440.6	508.0	751.7	665.0	493.6	413.4	527.5	365.0	422.4
Nitrati/ <i>Nitrates</i>	mgN/L	50	24.5	30.8	70.4	76.1	54.2	43.7	62.1	32.6	54.2
Organski azot/ <i>Organic nitrogen</i>	mgN/L	/	434.9	385.8	701.9	583.1	572.0	522.2	709.7	440.9	310.8
Nitriti/ <i>Nitrite</i>	mgN/L	/	0.59	0.32	0.68	0.75	0.92	1.84	0.87	1.56	1.60
Ukupni nitrogen/ <i>Total nitrogen</i>	mgN/L	100	900.0	925.0	1525.0	1325.0	1120.0	980.0	1300.0	840.0	790.0
Taložive materije/ <i>Settleable solids</i>	ml/L	10	0.12	0.10	0.15	0.09	0.20	0.12	0.13	0.17	0.14
Ukupne suspendovane materije/ <i>Total suspended matter</i>	mg/L	400	115	73	133	93	70	60	53	148	42
Boja/ <i>Color</i>	(Pt Co skala)	/	5193.0	5944.2	5670.0	4875.3	4077.8	5543.7	4978.3	5069.2	5774.9
Mutnoća/ <i>Turbidity</i>	NTU	/	43.8	41.8	38.6	38.4	31.4	44.9	53.4	48.6	66.2
Sulfati/ <i>Sulphates</i>	mg/L	300	108	161	90	180	75	210	125	200	214
Sulfidi/ <i>Sulfides</i>	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/ <i>Chlorides</i>	mg/L	250	1524.5	1489.0	1559.9	1453.6	921.8	1559.9	1276.3	1205.4	1240.9
Fenoli/ <i>Phenols</i>	mg/L	10.0	6.2	5.7	4.3	5.1	8.3	6.9	8.2	7.1	4.9
Cijanidi/ <i>Cyanides</i>	mg/L	10.0	0.09	0.12	0.21	0.14	0.29	0.13	0.16	0.19	0.31
Ukupni fosfor/ <i>Total phosphorus</i>	mgP/L	5.0	6.37	7.87	8.75	10.0	22.0	14.50	4.75	8.0	10.0
Ortofosfati/ <i>Orthophosphates</i>	mgP/L	/	0.117	0.030	0.090	0.110	0.170	0.140	0.190	0.210	0.160
Masti i ulja/ <i>Fats and oils</i>	mg/L	100	0.54	0.18	0.24	0.31	0.11	0.13	0.17	0.21	0.12
Željezo/ <i>Iron -Fe</i>	mg/L	2	2.26	2.08	1.89	3.12	3.98	4.80	3.24	3.80	3.30
Bor/ <i>Borron-B</i>	mg/l	10	15.45	16.70	15.32	16.20	14.20	17.70	18.31	16.93	19.60
Akutna toksičnost/ <i>Toxicity</i>	%	>50 %						7.6			
Bakar (Cu)	mg/L	0.5	0.0635	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0.1	0.0125	-	-	-	-	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0.5	0.1987	-	-	-	-	-	-	-	-
Niki (Ni)	mg/L	0.5	0.1406	-	-	-	-	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0.5	0.2707	-	-	-	-	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0.0725	-	-	-	-	-	-	-	-

Napomena: * podaci preuzeti sa hidrometeorološke stanice/The data is taken from hydrometeorological station

BPK5 je rađen manometrijskom metodom po BAS EN ISO 9408:2005, i pošto se u ovom slučaju naša metoda nije pokazala adekvatnom za ovakve tipove procjednih voda, od 17.07. smo prešli na metodu razblaživanja i zasijavanja po BAS EN 1899-1:2002.

Stranica 20

JUNI 2019.
SVJETSKA BANKA

UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI

PRELIMINARNA ANALIZA UTICAJA NA OKOLINU I DRUŠTVO – ZADATAK 3 –
SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA
UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA
POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO

ADRESA COWI A/S
Parallelvej 2
2800 KongensLyngby
Danska

TEL +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.com

JUNI 2019.
SVJETSKA BANKA

UNAPREĐENJE SEDAM DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA U BOSNI I HERCEGOVINI

PRELIMINARNA ANALIZA UTICAJA NA OKOLINU I DRUŠTVO – ZADATAK 3 – –
SMANJENJE NASTANKA PROCJEDNIH VODA NA REGIONALNOM CENTRU ZA
UPRAVLJANJE OTPADOM SMILJEVIĆI, ANALIZA ŽIVOTNOG VIJEKA I PROCJENA
POSTEPENOG ZATVARANJA U SVRHU MINIMIZACIJE PROCJEDNIH VODA, SARAJEVO

BR. PROJEKTA BR. DOKUMENTA

A110036 006.3-ENG

VERZIJA DATUM OBJAVLJIVANJA OPIS

2 9 juni 2019. PESA-Zadatak 3

PRIPREMIO/LA

Melina Džajić -
Valjevac

PROVJERIO/LA

ANMO

ODOBRIO/LA

ANMO

SADRŽAJ

1	Uvod	3
1.1	Osnovne informacije	3
1.2	Opseg procjene	3
1.3	Pristup i metodologija	4
2	Relevantni zakonski okvir	5
2.1	Postupak procjene uticaja na okoliš	5
2.2	Načini osiguranja učešća javnosti	5
2.3	Pregled relevantnih propisa u oblasti zaštite okoliša	7
2.4	Zahtjevi Svjetske banke	9
3	Lokacija projekta i opis aktivnosti	10
3.1	Lokacija projekta	10
3.2	Trenutno stanje odlagališta	12
3.3	Prijedlog projekta	12
4	Opis zahvaćenog okoliša	17
4.1	Fizičko okruženje	17
4.2	Socioekonomsko okruženje	23
4.3	Biološko okruženje	24
5	Nacrt osnovnih alternativa	26
5.1	Ne raditi ništa	26
5.2	Lokacijske alternative	26
5.3	Alternative razvoja projekta	27
6	Uticaji i mjere za ublažavanje	28
6.1	Uvod	28
6.2	Faza izgradnje	29
6.3	Faza rada	33
6.4	Faza zatvaranja i nakon zatvaranja	38
7	Monitoring zaštite okoliša	40
7.1	Faza prije izgradnje deponije	40
7.2	Faza izgradnje deponije	41
7.3	Faza korištenja deponije	41
7.4	Zatvaranje i postupci nakon zatvaranja deponije	45

PRILOZI

Prilog A	Plan projektnih radova
Prilog B	Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode
Prilog C	Plan upravljanja okolišem (PUO)

1 Uvod

1.1 Osnovne informacije

Ovu **Preliminarnu analizu uticaja na okolinu i društvo (PESA)** izradio je COWI A/S zajedno sa Saraj Inženjering d.o.o. u okviru zadatka „Unapređenje sedam deponija čvrstog otpada u BiH- Preliminarna studija izvodljivosti, idejno rješenje i preliminarna analiza uticaja na okolinu i društvo“ (u daljem tekstu: ugovor o konsultantskim uslugama) koji se realizuje u ime Svjetske banke.

Prijedlozi i preporuke sadržani u ovom izvještaju formulisani su na osnovu dostupnih informacija o lokaciji i ranije provedenim studijama i istraživanjima te na osnovu konsultantove (COWI A/S i Saraj Inženjering d.o.o.) procjene, iskustva i poznavanja situacije u BiH. Nalazi i preporuke preliminarne studije izvodljivosti, idejnog rješenja i preliminarne analize uticaja na okolinu i društvo (PESA) predstavljani u ovom izvještaju detaljnije će se razrađivati prema potrebi u okviru tehničkih istraživanja i u fazi izrade projekta, te će konačni tehnički pristupi i preporuke biti obuhvaćeni kompletnom procjenom uticaja na okolinu i društvo (ESIA).

Nalazi, tumačenja i zaključci predstavljeni u ovom izvještaju pripadaju autorima izvještaja i ne odražavaju nužno stavove Odbora izvršnih direktora Svjetske banke ili vlada koje predstavljaju.

PESA je izrađena u skladu sa zahtjevima opisa projektnog zadatka (ToR). Prethodno su izrađeni preliminarna studija izvodljivosti i idejno rješenje.

1.2 Opseg procjene

PESA se bavi sanacijom i dogradnjom deponije Smiljevići s naglaskom na smanjenje nastanka procjednih voda. Za aktivnosti obuhvaćene preliminarnom studijom izvodljivosti i idejnim rješenjem pripremljenim kao dio ovog projekta ne postoji izrađena procjena uticaja na okoliš. Sve projektne aktivnosti provodit će se na području Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići.

Prema ToR, konsultant će osigurati da PESA bude u skladu s važećim zakonima i propisima BiH, kao i sa zahtjevima Svjetske banke.

Regionalni centar za upravljanje otpadom Smiljevići trenutno radi bez okolišne dozvole.

1.3 Pristup i metodologija

Ova PESA za sanaciju i zatvaranje deponije Smiljevići projektovana je na način da identifikira i pomogne u sprečavanju značajnih negativnih promjena u okolišu koje bi bile ili bi mogle biti povezane s projektnim aktivnostima, kako tokom aktivnosti prije izgradnje, tako i tokom izgradnje, korištenja i nakon korištenja deponije. Detaljnije je razmatrano područje u okruženju od 500m od granica RCUO.

Studija prikazuje osnovne podatke o relevantnim okolišnim karakteristikama područja istraživanja, uključujući fizička, biološka i kulturna dobra i popis projektovanog sistema. Nadalje, ona sadrži konkretne mjere koje se preporučuju kako bi se spriječili, minimizirali, ublažili ili nadoknadili štetni uticaji.

PESA se temelji na pregledu literature, sastancima s preduzećem za upravljanje deponijama i Općinom Novi Grad te posjetom lokaciji, izvedenoj u julu 2018. godine.

Detaljan pristup procjeni uticaja obrađen je u poglavlju 4.

2 Relevantni zakonski okvir

2.1 Postupak procjene uticaja na okoliš

Zakonom o zaštiti okoliša (Službene novine FBiH, br. 33/03 i 38/09) propisano je da se za projekte koji mogu imati značajan uticaj na okoliš s obzirom na njihovu prirodu, veličinu ili lokaciju mora sprovesti procjena uticaja na okoliš i pribaviti rješenje o odobravanju studije uticaja na okoliš. Cjelokupnom procedurom procjene utjecaja na okoliš upravlja Federalno ministarstvo okoliša i turizma, a odgovorne kantonalne institucije učestvuju u procesu donošenja odluka. Izgradnja deponija za odlaganje neopasnog otpada koje primaju više od 10 t dnevno ili deponija sa ukupnim kapacitetom većim od 25.000 t podliježe direktno postupku procjene uticaja na okoliš¹.

Na snazi je i niz podzakonskih akata kojim se reguliše upravljanje otpadom i postupci procjene uticaja na okoliš i propisuju pravila i obaveze u pogledu prikupljanja, transporta i odlaganja otpada (uključujući izgradnju deponija, transfer stanica, reciklažnih centara) te daju smjernice za djelotvorno provođenje Zakona o upravljanju otpadom i Zakona o zaštiti okoliša. Glavni strateški i planski dokumenti vezani za upravljanje otpadom u FBiH i Kantonu Sarajevo su:

- > Strategija zaštite okoliša FBiH (FEPS) za period 2008-2018;
- > Strategija upravljanja otpadom FBiH i
- > Federalni plan upravljanja otpadom za period 2012-2017.
- > Plan upravljanja otpadom Kantona Sarajevo (2015 – 2020)
- > Strategija upravljanja industrijskim i specijalnim otpadom u Kantonu Sarajevo (2002)
- > Kantonalni akcioni plan zaštite okoliša Kantona Sarajevo (2017 – 2022)
- > Plan upravljanja građevinskim otpadom u Kantonu Sarajevo (2008)
- > Prostorni plan – Kanton Sarajevo (2003 – 2023)

2.2 Načini osiguranja učešća javnosti

Učešće javnosti u odlučivanju o okolišu (procjena uticaja na okoliš, tj. izdavanje okolišnih dozvola) najvažnije je i temeljno za proces planiranja.

¹ Pravilnik o pogonima i postrojenjima za koje je obavezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu (Službene novine FBiH, br. 19/04)

Prema članu 36. Zakona o zaštiti okoliša, Ministarstvo mora osigurati učešće zainteresirane javnosti/aktera u postupku procjene uticaja na okoliš (preliminarna procjena uticaja na okoliš i studija uticaja na okoliš), kao i u postupku izdavanja okolišne dozvole za pogone i postrojenja.

Ministarstvo organizira javne konsultacije na mjestu u blizini projektne lokacije, najavljujući ih najmanje 15 dana unaprijed. Ishod javnih konsultacija treba uzeti u obzir prilikom donošenja konačne odluke. Kod projekata s mogućim prekograničnim uticajima na okoliš, Ministarstvo mora dopustiti učešće predstavnika iz drugog entiteta ili drugih zainteresiranih država.

Važno je spomenuti da je BiH ratificirala Aarhušku konvenciju u septembru 2008. godine. U fokusu ove Konvencije, održane 1998. godine u Aarhusu u Danskoj, je pristup informacijama, učešće javnosti u odlučivanju i pristup pravosuđu u pitanjima okoliša. Slično Zakonu o slobodi pristupu informacijama, koji se odnosi na opće informiranje javnosti, javnost ima pravo zahtijevati informacije relevantne za okoliš u svoju korist, u skladu s navedenom Konvencijom².

Projektni zadatak za pripremu Preliminarne analize uticaja na okolinu i društvo (PESA) ne zahtijeva organizaciju javnih konsultacija, dok su one obavezan dio u toku izrade Studije uticaja na okoliš.. Međutim, kao dio ovog projekta provedene su konsultacije s različitim institucijama koje je predložio projektni ured Svjetske banke.

Tabela 1 Članovi Komisije za reviziju delegirani od strane Svjetske banke

Institucija	Delegirana osoba
Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo	Zijada Krvavac
Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša	Amra Serdarević
Zavod za izgradnju Kantona Sarajevo	Fuad Babić
Kantonalno javno komunalno preduzeće „RAD“	Selim Babić
	Abid Mulaomerović
Federalno ministarstvo okoliša i turizma	Dario Kokor
Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine	Igor Jevtić

2.2.1 Zabrinutost, stavovi/sugestije javnosti

Često se javljaju pritužbe na neadekvatno odlaganje otpada iz obližnjih stambenih područja - npr. naselja Buća Potok, Briješće, Smiljevići i Zabrđe, gdje su najbliža domaćinstva udaljena manje od 500 m od nesanitarne deponije. Stanovnici se uglavnom žale na neprijatne mirise koji se šire u okolinu, naročito tokom ljeta. Postrojenje za tretman vode sa deponije ne radi te se procjedne vode ispuštaju direktno u Lepenički potok bez ikakvog tretmana.. Ovaj potok prolazi pored desetak kuća prije ulijevanja u rijeku Bosnu. Takođe, sistem za otplinjavanje je uništen, pa potom djelomično obnovljen 2018 godine. Stanovnici pretpostavljaju da zagađeni zrak i voda utiču na zdravlje ljudi i kvalitet tla i pitke vode. Na temelju toga, za njih je od presudne važnosti poboljšanje odlagališta, postrojenja za tretman procjednih voda i bunara za otplinjavanje.

² Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine, Izvještaj o stanju okoliša u Bosni i Hercegovini, 2012.

2.3 Pregled relevantnih propisa u oblasti zaštite okoliša

2.3.1 Entitetski nivo

Zakon o zaštiti okoliša FBiH (Službene novine FBiH, br. 33/03, 38/09)

- > Pravilnik o pogonima i postrojenjima za koje je obavezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu (Službene novine FBiH, br. 19/04)
- > Pravilnik o sadržaju, obliku, uslovima i načinu izdavanja i čuvanja vodnih akata (Službene novine FBiH, br. 31/15)
- > Pravilnik o sadržaju izvještaja o stanju sigurnosti, sadržaju informacija o sigurnosnim mjerama i sadržaju unutrašnjih i spoljašnjih planova intervencije (Službene novine FBiH, br. 68/05)
- > Pravilnik o uslovima za podnošenje zahtjeva za izdavanje okolinskih dozvola za pogone i postrojenja koja imaju izdate dozvole prije stupanja na snagu Zakona o zaštiti okoliša (Službene novine FBiH, br. 45/09)
- > Pravilnik o rokovima za podnošenje zahtjeva za izdavanje okolinske dozvole za pogone i postrojenja koja imaju izdate dozvole prije stupanja na snagu Zakona o zaštiti okoliša (Službene novine FBiH, br. 68/05 i 31/12)
- > Pravilnik o registrima postrojenja i zagađivanjima (Službene novine FBiH, br. 82/07)
- > Pravilnik o donošenju najboljih raspoloživih tehnika kojima se postižu standardi kvaliteta okoliša (Službene novine FBiH, br. 92/07)

Zakon o zaštiti zraka (Službene novine FBiH, br. 33/03, 4/10)

- > Pravilnik o monitoringu emisija zagađujućih materija u zrak (Službene novine FBiH, br. 9/14)
- > Pravilnik o uvjetima za rad postrojenja za spaljivanje otpada (Službene novine FBiH, br. 12/05, 102/12)
- > Pravilnik o emisiji isparljivih organskih jedinjenja (Službene novine FBiH, br. 12/05)
- > Pravilnik o monitoringu kvaliteta zraka (Službene novine FBiH, br. 12/05, 9/16)
- > Pravilnik o graničnim vrijednostima emisije u zrak iz postrojenja za sagorijevanje (Službene novine FBiH, br. 3/13)
- > Pravilnik o graničnim vrijednostima emisije u zrak iz postrojenja za sagorijevanje biomase (Službene novine FBiH, br. 3/13)
- > Pravilnik o postepenom isključivanju supstanci koje oštećuju ozonski omotač (Službene novine FBiH, br. 39/05)

Zakon o upravljanju otpadom FBiH (Službene novine FBiH, br. 33/03, 72/09 i 92/17)

- > Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine FBiH, br. 101/15, 01/16 i 101/18)
- > Pravilnik o načinu obračunavanja, postupku i rokovima za obračunavanje i plaćanje i kontroli izmirivanja obaveza na osnovu opće vodne naknade i posebnih vodnih naknada (Službene novine FBiH, br. 92/07, 46/09, 79/11 i 88/12)
- > Pravilnik o kategorijama otpada sa listama (Službene novine FBiH, br. 9/05)
- > Pravilnik o postupanju s otpadom koji se ne nalazi na listi opasnog otpada ili čiji je sadržaj nepoznat (Službene novine FBiH, br. 9/05)
- > Pravilnik o obrascu, sadržaju i postupku obavještanja o važnim karakteristikama proizvoda i ambalaže od strane proizvođača (Službene novine FBiH, br. 6/08)

- Pravilnik o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom (Službene novine FBiH, br. 88/11, 28/13, 08/16, 54/16, 103/16, 84/17)
- Uredba o finansijskim garancijama kojima se može osigurati prekogranični promet otpada (Službene novine FBiH, br. 9/05)
- Uredba o obavezi dostavljanja godišnjeg izvještaja o ispunjavanju uslova iz dozvole za upravljanje otpadom (Službene novine FBiH, br. 31/06)
- Uredba o selektivnom prikupljanju, pakovanju i označavanju otpada i drugi propisi o upravljanju otpadom (Službene novine FBiH, br. 31/06)
- Uredba o finansijskim i drugim garancijama za pokrivanje troškova rizika od mogućih šteta, sanacije i postupaka nakon zatvaranja deponije (Službene novine FBiH, br. 39/06)

Zakon o vodama (Službene novine FBiH, br. 70/06)

- Pravilnik o sadržaju, obliku, uslovima, načinu izdavanja i čuvanja vodnih akata (Službene novine FBiH, br. 31/15)
- Odluka o karakterizaciji površinskih i podzemnih voda, referentnim uslovima i parametrima za ocjenu stanja voda i monitoringu voda (Službene novine FBiH, br. 1/14)
- Uredba o klasifikaciji voda i voda obalnog mora Jugoslavije u granicama SR BiH (Službeni list SR BiH, br. 19/80)
- Uredba o kategorizaciji vodotoka (Službeni list SR BiH, br. 42/67)
- Uredba o opasnim i štetnim tvarima u vodama (Službene novine FBiH, br. 43/07)
- Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o jedinstvenoj metodologiji za procjenu šteta od prirodnih i drugih nesreća (Službene novine FBiH, br. 56/09)
- Uredba o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine FBiH, br. 101/15 i 01/16, 101/18)
- Pravilnik o načinu obračunavanja, postupku i rokovima za obračunavanje i plaćanje i kontroli izmirivanja obaveza na osnovu opće vodne naknade i posebnih vodnih naknada (Službene novine FBiH, br. 92/07, 46/09, 79/11 i 88/12)

Zakon o zaštiti prirode (Službene novine FBiH, br. 66/13)

- Pravilnik o uspostavljanju i upravljanju informacionim sistemom za zaštitu prirode i vršenju monitoringa (Službene novine FBiH, br. 46/05)

Zakon o prostornom planiranju i korištenju zemljišta (Službene novine FBiH, br. 2/06, 72/07, 32/08, 4/10, 13/10, 45/10)

- Uredba o građevinama i zahvatima od značaja za FBiH i građevinama, djelatnostima i zahvatima koji mogu u znatnoj mjeri uticati na okoliš, život i zdravlje ljudi u FBiH i šire, za koju urbanističku saglasnost izdaje Federalno ministarstvo prostornog uređenja (Službene novine FBiH, br. 85/07, 29/08)
- Uredba o uređenju gradilišta, obaveznoj dokumentaciji na gradilištu i sudionicima u građenju (Službene novine FBiH, br. 48/09, 75/09, 93/12, 74/13, 89/14, 99/14, 53/15)

Zakon o zaštiti na radu (Službeni list RBiH, br. 22/90)

Zakon o zaštiti od buke (Službene novine FBiH, br. 110/12)

2.3.2 Kantonalni nivo

- Zakon o komunalnim djelatnostima Kantona Sarajevo (Službene novine Kantona Sarajevo, br. 14/16, 43/16, 10/17 – ispr. 19/17, 20/18 i 22/19)

- > Zakon o komunalnoj čistoći Kantona Sarajevo (Službene novine Kantona Sarajevo, br. 14/16, 43/16, 19/17, 20/18 i 22/19)
- > Pravilnik o pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu (Službene novine Kantona Sarajevo, br. 08/11)

2.4 Zahtjevi Svjetske banke

2.4.1 Okvir za upravljanje okolišem i socijalnim pitanjima

U augustu 2016. godine Svjetska banka je usvojila novi skup politika zaštite okoliša i socijalnih politika pod nazivom Okvir za upravljanje okolišem i socijalnim pitanjima (ESF). Od 1. oktobra 2018. godine ESF se primjenjuje u svim novim investicionim projektima koje finansira Svjetska banka.

ESF opširno i sistematično obrađuje rizike po okoliš i društvo. Ovaj okvir obuhvata 10 standarda za zaštitu okoliša i društva (ESSs) u kojima su utvrđeni zahtjevi koji se odnose na zajmoprimce. Prvi ESS (ESS1) je „Procjena i upravljanje rizicima i uticajima na okoliš i društvo“. U okviru ovog standarda definisane su obaveze zajmoprimca u pogledu ocjene, upravljanja i praćenja rizika i uticaja na okoliš i društvo za svaku fazu projekta kojeg finansira Svjetska banka putem instrumenta finansiranja investicionih projekata (IPF) u cilju ostvarivanja okolišnih i društvenih učinaka koji su u skladu sa ESS.

2.4.2 Smjernice za zaštitu okoliša, zdravlja i sigurnosti

Smjernice Svjetske banke za zaštitu okoliša, zdravlja i sigurnosti („EHS smjernice“) predstavljaju tehničke referentne dokumente sa općim i konkretnim primjerima dobre međunarodne industrijske prakse (GIIP) na koje se pozivaju Okvir Svjetske banke za upravljanje okolišem i socijalnim pitanjima i Standardi poslovanja IFC-a. EHS smjernice definišu standarde poslovanja i mjere koje Svjetska banka smatra prihvatljivim i za koje se vjeruje da ih je moguće ostvariti u novim postrojenjima uz prihvatljive troškove i primjenu postojeće tehnologije.

EHS smjernice za upravljanje otpadom odnose se na postrojenja ili projekte namijenjene upravljanju čvrstim komunalnim otpadom i industrijskim otpadom, uključujući prikupljanje i transport; prihvatanje, istovar, obradu i skladištenje otpada; odlaganje na deponije; fizičko-hemijski i biološki tretman; te postrojenja za spaljivanje.

3 Lokacija projekta i opis aktivnosti

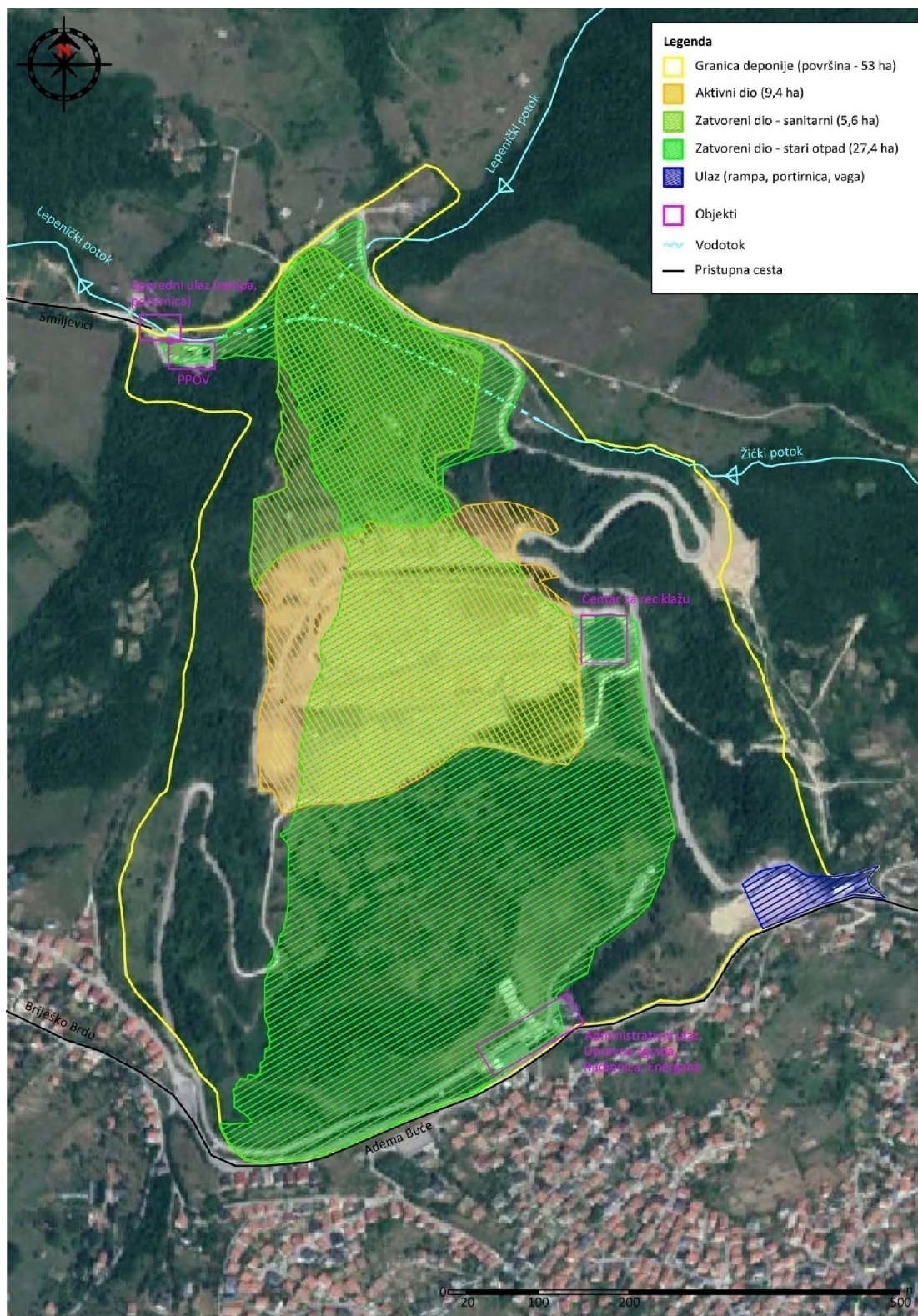
3.1 Lokacija projekta

Deponija se nalazi u općini Novi Grad Sarajevo na granici prigradskih i urbanih područja. Udaljenost od deponije do središnje gradske zone je oko 3 km, a do centra Sarajeva oko 6 km (Slika 1). Lokacija je smještena na prirodnoj padini a okružuju je naselja Buća Potok, Briješće, Smiljevići i Zabrđe. Udaljenost između najbližeg individualnog stambenog objekta i ćelije za odlaganje koja se trenutno koristi na deponiji je manja od 500 m

Slika 1 Lokacija nesanitarne deponije Smiljevići i okoline



Slika 2 Deponija Smiljevići– situacijska karta



3.2 Trenutno stanje odlagališta

Deponija Smiljevići je najveća regionalna deponija u Bosni i Hercegovini koja godišnje prima 200.000 - 250.000 t čvrstog komunalnog otpada. Ukupna površina ograđene deponije je oko 53 ha, a oko 50% tog područja koristi se za odlaganje otpada. Odlaganje otpada na toj lokaciji započelo je 1962. godine.

Većina zgrada deponije nalazi se na ravnim područjima uzbrdo ili nizbrdo prilično strmog područja odlagališta, osim zgrade za sortiranje otpada koja se nalazi uz središnji dio odlagališta. Zgrade i objekti na deponiji uključuju: ulazna vrata, upravnu zgradu, elektranu na deponijski plin, zgradu za razvrstavanje otpada, meteorološku stanicu, radionicu za održavanje vozila, kolsku vagu, stanicu za pranje vozila, uređaj za tretman procjednih voda i druge. Deponija je ograđena betonskom ogradom visine 2,5 m i dugom 5.000 metara. Lokacija ima unutrašnje asfaltirane i neasfaltirane ceste.

Deponija Smiljevići trenutno ne zadovoljava osnovne tehničke uslove, jer sistem za prikupljanje plina i elektrana na plin ne rade u potpunosti zbog oštećenja. Takođe, postrojenje za tretman procjednih voda nije u funkciji.

Slika 3 prikazuje trenutno stanje odlagališta

U cilju daljnje zaštite okoliša, postojeći dio odlagališta bi trebao biti saniran i zatvoren. Nakon toga, potrebno je projektovati i izgraditi aktivnu sanitarnu čeliju koja će imati dovoljan kapacitet do 2026. godine. Pretpostavlja se da će se lokacija zatvoriti do kraja 2026. godine, a potrebno je odrediti alternativnu lokaciju i pripremiti je za odlaganje otpada.

Slika 3 Deponija Smiljevići – trenutno stanje



Površinski tok procjedne vode



Otvoreno čelo aktivne zone

3.3 Prijedlog projekta

3.3.1 Opći projektni koncept

Predložene su sljedeće aktivnosti, kao što je detaljno opisano u preliminarnim studijama izvodljivosti i idejnim rješenjima:

- > Završno zatvaranje i sanacija dijela postojeće deponije (što uključuje pripremu gradilišta i uklanjanje vegetacije, iskopavanje i druge zemljane radove, uklanjanje vertikalnih bunara za otplinjavanje i izgradnju konačnog vodonepropusne ili polupropusne gornje prekrivke)
- > Daljnja izgradnja i korištenje aktivne sanitarne ćelije (što uključuje pripremu gradilišta i uklanjanje vegetacije, iskopavanje i druge zemljane radove, uklanjanje vertikalnih bunara za otplinjavanje, izgradnju, tamo gdje je potrebno, nasipa visine 1,0 m, izgradnja osnovnog brtvenog sloja, sidrenje temeljnog brtvljenja i postavljanje kanala površinske vode)
- > Završna prekrivka, što uključuje izradu završnog vodonepropusne ili polupropusne gornje prekrivke

Error! Reference source not found. prikazuje situaciju zatvaranja ćelije.

3.3.2 Upravljanje vodama

Upravljanje površinskim vodama

Uzdruž odlagališta će se iskopati kanali za oticanje površinskih voda i berme. Na ovaj način, površinske vode će biti spriječene da teku preko deponije i prodiru u tijelo deponije. Voda koja se sakuplja kroz odvodne cijevi kanala za odvodnju površinskih voda će biti ispuštena u obližnje prijemne vodotoke (Lepenički potok) koji konačno završavaju u rijeci Bosni.

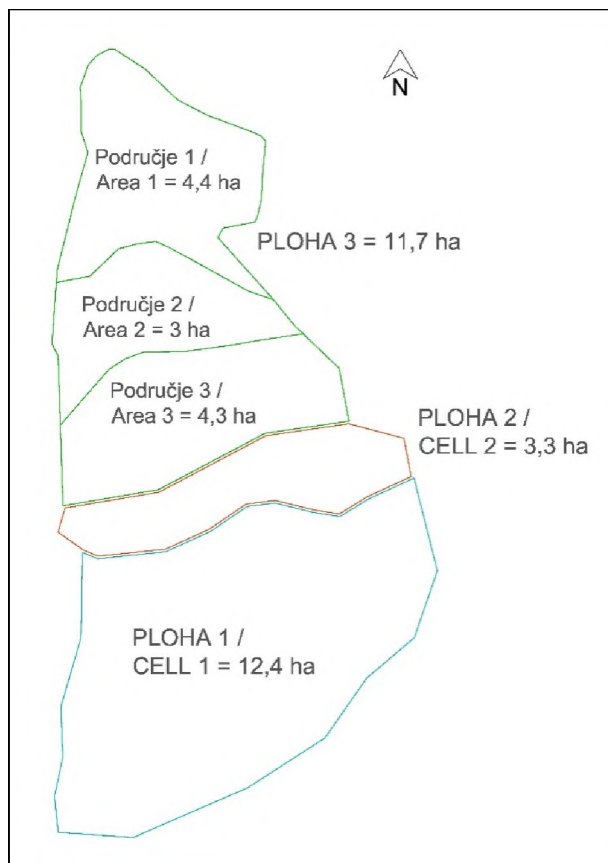
Upravljanje otpadnim vodama

Otpadne vode iz upravne zgrade ispuštaju se u javni kanalizacijski sistem Sarajeva i završavaju na postrojenju za tretman otpadnih voda Butila. Od velike je važnosti izgraditi novi kanalizacijski kolektor (u blizini postrojenja za tretman procjednih voda) gdje će se ispuštati otpadne vode, kako bi spriječilo njihovo ispuštanje u Lepenički potok.

Upravljanje procjednim vodama

Za modeliranje stvaranja procjednih voda na deponiji Smiljevići, cijelo područje je podijeljeno na tri plohe. Prva ploha sa površinom od 12,4 ha je gornji dio deponije, između aktivnog dijela deponije i gornjeg platoa (prema jugu). Druga ploha je aktivno područje centralnog dijela deponije (3,3 ha), dok se treća ploha sastoji od donjeg dijela deponije i centralnog dijela deponije koji se više ne koristi. Ukupno područje plohe 3 (11,7 ha) je predviđeno da bude prekriveno završnom prekrivkom. Ploha 3 je podijeljena na tri područja što je već opisano u odjeljku o opcijama zatvaranja. U nastavku se daje utjecaj smanjenja procjednih voda samo primjenom različitih vrsta završnih prekrivki (četiri opcije) na postojeće modelirano stanje. U poglavlju razvoj aktivne plohe date su procjene produkcije procjednih voda u budućnosti gdje je uključena i recirkulacija procjednih voda.

Slika 4 Šematski prikaz ploha i područja



Procijenjeni efekti razmatranih opcija za postavljanje gornjeg brtvenog sloja na dijelu deponije na stvaranje procjednih voda u sadašnjem stanju su kako slijedi:

Postojeća situacija

Ukupna količina procjednih voda modelirana za postojeću situaciju je $Q = 3,46$ l/s, dok je prosječna količina procjednih voda u periodu mart 2017 - septembar 2018. godine 3,42 l/s. Procijenjeno stvaranje procjednih voda iz plohe 1 iznosi 0.83 l/s, iz plohe 2 iznosi 0.53 l/s i 0.90 l/s iz plohe 3 (ploha 3 je planirana za postavljanje gornjeg brtvenog sloja). Pored procjednih voda iz ploha 1, 2 i 3, modelu se dodaje bazni protok od 1,2 l/s koji predstavlja površinsku i/ili podzemnu vodu koja prodire u tijelo deponije ili teče direktno u sistem za drenažu procjednih voda iz okolnih područja.

Opcija 1

Za prvu opciju, odnosno za pokrivanje područja 1 i 2 (ukupno 7,3 ha) vodonepropusnim slojem i područja 3 (4,3 ha) polupropusnim slojem, prosječna količina procjedne vode će se smanjiti za plohu 3 sa 0,90 l/s na 0,11 l/s, što predstavlja smanjenje od 0,79 l/s ili 88%, a u poređenju sa ukupnim prikupljenim procjednim vodama smanjit će se sa 3,46 l/s na 2,67 l/s, što je smanjenje za 0,79 l/s ili 23%.

Opcija 2

Smanjenje procjernih voda za drugu opciju, odnosno za pokrivanje područja 1 (4,4 ha) vodonepropusnim slojem i područja 2 i područja 3 (ukupno 7,3 ha) polupropusnim slojem, predviđa se da će biti od 0,90 l/s do 0,24 l/s što predstavlja smanjenje od 0,66 l/s ili 73% za plohu 3. Ukupna procjedna voda će se smanjiti sa 3,46 l/s na 2,80 l/s. To je smanjenje od 0,66 l/s ili 19%.

Opcija 3

Smanjenje procjernih voda za treću opciju, odnosno za pokrivanje područja 1, područja 2 i područja 3 (ukupno 11,7 ha) vodonepropusnim gornjim slojem će biti od 0,90 l/s do 0,0 l/s što predstavlja smanjenje od 100% kada se ploha 3 uzima u obzir. To znači da se predviđa da će ukupno smanjenje procjernih voda biti od 3,46 l/s do 2,56 l/s. To je smanjenje od 0,90 l/s ili 26%.

Opcija 4

Smanjenje procjernih voda za četvrtu opciju, odnosno za pokrivanje područja 1, područja 2 i područja 3 (ukupno 11,7 ha) polupropusnim gornjim slojem će biti od 0,90 l/s do 0,48 l/s što predstavlja smanjenje od 47% kada se ploha 3 uzima u obzir. To znači da se predviđa da će ukupno smanjenje procjernih voda biti od 3,46 l/s do 3,04 l/s. To je smanjenje od 0,42 l/s ili 12%. Stope smanjenja procjernih voda i korišteni koeficijenti oticanja za različite modelirane scenarije prikazani su u tabeli ispod.

Tabela 2 Smanjenje procjernih voda iz plohe 3 za različite opcije zatvaranja

Scenario	Ploha 3			Smanjenje procjernih voda	
	Modelirane procjedne vode iz plohe 3 u postojećoj situaciji (l/s)	Koeficijent oticanja	Modelirane procjedne vode za različite opcije (l/s)	l/s	%
Postojeća situacija	0,90	0,40	0,90	0,00	0
Opcija 1	0,90	0,85	0,11	0,79	88
Opcija 2	0,90	0,75	0,24	0,66	73
Opcija 3	0,90	1,00	0,00	0,90	100
Opcija 4	0,90	0,60	0,48	0,42	12

Što se tiče opcija koje će biti implementirane, ukupno smanjenje procjernih voda je u rasponu od 12% do 26%. Budući da se planira pokriti dio deponije (ploha 3) iz koje se procjedna voda prikuplja plitkom drenažom, uticaj završne prekrivke će biti samo na smanjenje procjernih voda nastalih iz ovog područja. Ako se procijenjeno smanjenje procjernih voda posmatra u odnosu na procijenjeno stvaranje procjernih voda iz područja deponije sa donjim brtvenim slojem (plohe 2 i 3), za opciju 1 smanjenje je 55%, za opciju 2 je 46% i za opciju 3 smanjenje procjernih voda je 63%.

Budući da će ukupno procijenjeno smanjenje procjernih voda nakon postavljanja gornjeg brtvenog sloja na dijelu deponije biti od 12 do 26%, potrebne su i druge radnje kako bi se stvaranje procjernih voda svelo na prihvatljivi nivo.

Kako bi se stvaranje procjernih voda svelo na minimum, potrebno je riješiti tri ključna pitanja:

- > Postavljanje gornjeg brtvenog sloja na cijelu deponiju;
- > Procjedne vode iz novog dijela deponije treba prikupljati odvojeno od postojećih sistema za drenažu procjernih voda. Na taj način se procjedne vode mogu prikupljati u bazenu za

procjedne vode, recirkulirati ili tretirati u postojećem postrojenju za tretman procjednih voda ili se može uspostaviti novi tretman. Dodatni proračuni nastanka procjednih voda u budućnosti dati su u nastavku u poglavlju razvoj aktivne plohe;

- > Treće pitanje koje treba razmotriti i istražiti je bazni tok. U modelu je usvojen bazni tok od 1,2 l/s, što je više od trećine od prosječne količine procjednih voda u ovom trenutku. Potrebno je istražiti moguće tačke prodiranja ili dotoka u sistem za drenažu procjedne vode kako bi se smanjila količina baznog toka.

Procjedne vode prikupljene plitkom drenažom će se transportovati do mjesta postojećeg postrojenja za tretman procjednih voda i tamo će se tretirati nakon uspostavljanja novog procesa tretiranja.

3.3.3 Sistem prikupljanja plina

Na temelju dostupnih informacija o periodu odlaganja otpada i količinama otpada, procjenjuje se da će maksimalna proizvodnja deponijskog plina biti 425,2 kgCH₄/h 2026. godine. Procjenjuje se da će maksimalni protok deponijskog plina biti do 847,9 m³/h. Sistem prikupljanja i spaljivanja plina dio je projekta deponije.

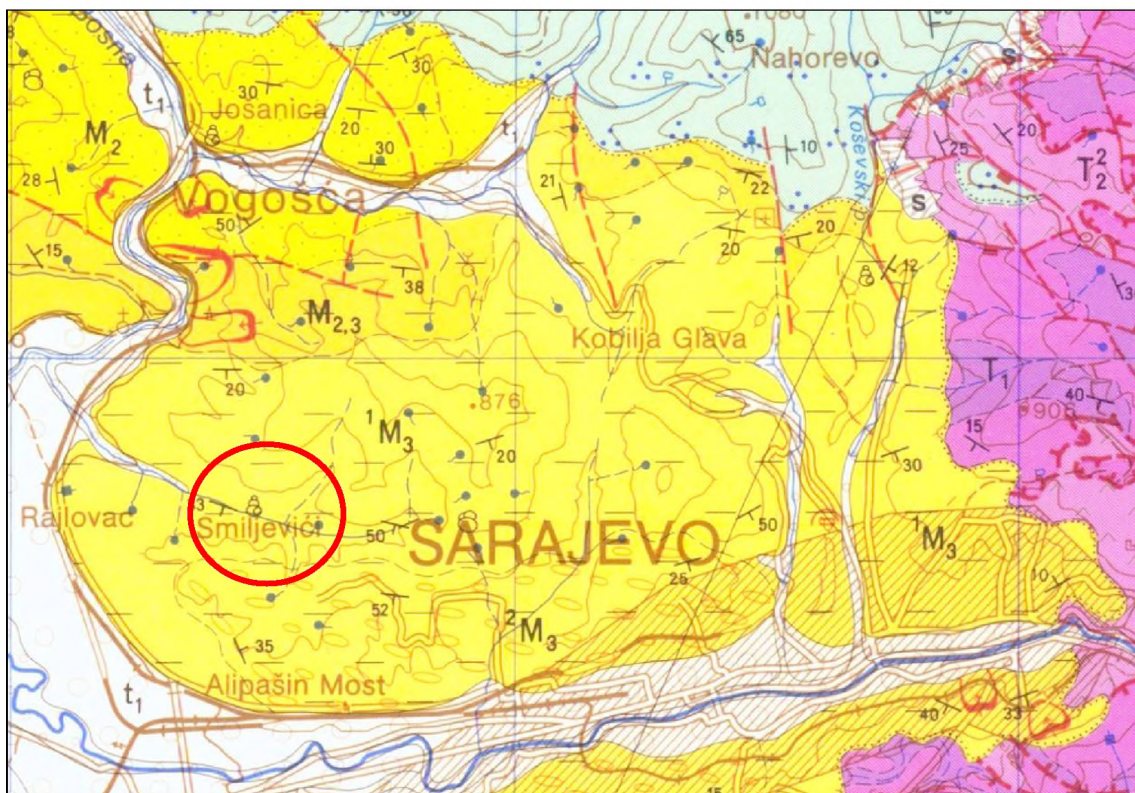
4 Opis zahvaćenog okoliša

4.1 Fizičko okruženje

4.1.1 Geologija i tlo

Na temelju geološke karte, geološki supstrat deponije sastoji se od sedimenata ranog miocena koji započinju formacijom Koševske serije (prema brdu Koševo u Sarajevu) koja se sastoji od istrošenih pješčara, lapora, gline i konglomerata i nešto uglja slabog kvaliteta (1M_3). Geološka struktura šireg područja i lokacije deponije je prikazana naslici 5..

Slika 5 Geološki sastav lokacije deponije



Inženjersko-geološki presjek terena temeljio se na bušotinskim i geofizičkim mjerenjima koje je Geoinženjering-Sarajevo pripremio u augustu 1980. godine. Prema istražnim radovima odlagalište Smiljevići ima sljedeće litostratigrafske jedinice:

- > sloj humusa
- > smeđi i sivo-žuti „pjeskovito-glinoviti“ sloj
- > siva glina s primjesama pijeska i šljunka
- > laporasta glina i pješčenjaci
- > kompaktni lapor
- > konglomerati koji su prekriveni pješčenjacima

4.1.2 Klimatski uvjeti

Vrijednosti izmjerene na mjernoj stanici Sarajevu (Otoka) korištene su za prikaz podataka o klimatskim uvjetima. Osim toga, na deponiji Smiljevići nalazi se meteorološka stanica i konsultantu su bili dostupni i podaci o dnevnim padavinama za 2017. i 2018. godinu.

Tabela 3 prikazuje prosječne godišnje temperature zraka iz meteorološke stanice Sarajevo u periodu 2008-2017. Prosječna godišnja temperatura u prikazanom 10-godišnjem periodu je 10,97 (°C).

Tabela 3 Prosječne godišnje temperature zraka (°C) – MS Sarajevo³

Period mjerenja	MS Sarajevo – prosječna godišnja temperatura										Prosječna godišnja temperatura
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
2008-2017	11,2	10,8	10,6	10,5	11,1	11,2	11,6	10,8	10,9	11,0	10,97

Najtopliji mjesec u godini je juli, kada je prosječna temperatura 19,1°C, iako je prosječna temperatura u augustu 18,8°C, a često može biti i toplije. Najhladniji mjesec u godini je januar kada je prosječna temperatura -1,3°C i to je jedini mjesec s negativnom mjesečnom vrijednošću. Tokom cijele godine amplituda iznosi 20,4°C, a predstavlja temperaturni interval koji uključuje vrijednosti prosječnih temperatura zraka tokom cijele godine. Vrlo visoka varijacija temperature pokazuje da Sarajevo ima karakteristike kontinentalne klime.

Jedna od glavnih karakteristika klime Kantona Sarajevo je temperaturna inverzija. Tokom stabilnog perioda, štetne materije i magla, zarobljene u sarajevskoj dolini, stvaraju smog.

Tabela 4 prikazuje vrijednosti padavina koje su analizirane na temelju prosječnih godišnjih i mjesečnih količina padavina u MS Sarajevo za period od 2008. do 2017. godine. Prosječna vrijednost godišnjih količina padavina za Sarajevo iznosi 942,66 mm.

Tabela 4. Prosječna godišnja količina padavina (2008-2017)⁴

Period mjerenja	MS Sarajevo – godišnja količina padavina (mm)	Godišnja količina
--------------------	---	----------------------

³ Federalni zavod za statistiku, Federacija Bosne i Hercegovine u brojkama, Sarajevo 2011-2018.
Federalni zavod za statistiku, Statistički godišnjak 2009 -2010, Sarajevo 2009.

⁴ Federalni hidrometeorološki zavod Bosne i Hercegovine, Meteorološki godišnjak 2004-2017.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	padavina
2008-2017	835,3	1058,0	1187,1	692,0	928,1	931,7	1082,7	766,3	1008,1	937,3	942,66

Tabela 5 prikazuje mjesečno prosječno isparavanje i godišnje prosječno isparavanje za period od 1961. do 1990. godine. Prosječno godišnje isparavanje iznosi 560,6 mm.

Tabela 5 Stvarno prosječno godišnje isparavanje (1961- 1990)

Period mjerjenje	Prosječno mjesečno isparavanje (mm)												Prosječno godišnje isparavanje (mm)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1961 - 1990	0,2	3,4	18,4	42,2	74,8	94,0	108,7	99,8	63,4	39,0	14,7	2,0	560,6

S obzirom na oblačnost, koja je u obrnutom odnosu s temperaturom zraka i vremenom sunčanih sati, Sarajevo spada u mjesta djelomične oblačnosti sa prosječnom cjelogodišnjom vrijednošću od 59%. Decembar je mjesec sa najvećom oblačnošću 75%, a august je mjesec sa najmanje oblačnosti u godini.

Vrlo važan parametar, tokom korištenja deponije, je smjer vjetra zbog širenja neugodnih mirisa. Dominantna struja vjetra je istok-jugoistok. Niz vjetrove koji prevladavaju nalaze se naselja Zabrdje i Smiljevići.

4.1.3 Kvalitet zraka

Mreža monitoringa kvaliteta zraka na području Kantona Sarajevo se sastoji od 6 automatskih stanica. Automatske stanice postavljene su na lokacijama Vijećnica, Otoka, Ilijaš i Ilidža (mobilna stanica). Dvije stanice Ivan Sedlo i Bjelave dio su mreže kojom upravlja Federalni hidrometeorološki zavod. Najbliža stanica deponiji (oko 2,8 km) nalazi se na Otoci. Stanica za kvalitet zraka mjeri parametre za azotni oksid (NO, NO₂, NO_x), sumporni dioksid (SO₂), ozon (O₃) i PM₁₀.

Tablea ispod pokazuje prosječne godišnje vrijednosti iz stanice Otoka.

Tabela 6 Prosječne godišnje vrijednosti kvaliteta zraka iz monitoring stanice Otoka

Godina	Parametri			
	SO ₂	PM ₁₀	NO ₂	CO
2014.	28	56*	44*	3,7*
2015.	43,2	87*	49*	-
2016.	21,0	85*	47*	-
2017.	27	45*	41*	-
Granična vrijednost: SO ₂ (50 µg/m ³), NO ₂ (40 µg/m ³), CO (3mg/m ³) i PM ₁₀ (40 µg/m ³) Vrijednosti označene * su one koje su prešle granične vrijednosti tokom perioda 2014-2017.				

Glavnim uzrocima zagađenja smatraju se potrošnja uglja za grijanje, niska energetska efikasnost u izgradnji objekata i saobraćaj.

Osim toga, u okoliš se značajno oslobađa netretirani deponijski plin, jer skupljanje plina nije efikasno iz cijelog područja deponije. Ta se pretpostavka temelji na nedovoljnoj mreži bunara za otplinjavanje i nedostatku konačne prekrivke deponije na velikim dijelovima lokacije.

4.1.4 Podzemne vode

Projektno područje sastoji se od geološke serije pod nazivom „Koševska serija“. Ova vrsta geološke podloge i tla je neznatno propusna. Nivo podzemnih voda na području deponije nalazi se na oko 25 m ispod nivoa okolnog tla.

Kako bi se zadovoljila stabilnost deponije, nivo podzemnih voda ne bi trebao prelaziti 8 m u prvoj fazi i 4 m u drugoj fazi. Prva faza se sastoji od dva dijela koji uključuju punjenje postojeće doline, kao i odlaganje otpada u nagibu od 1 vertikalno do 2 horizontalno (1:2) do postojeće prve berme. U drugoj fazi, odlaganje otpada se razmatra u nagibu 1:3 sve do postojećeg gornjeg platoa.

4.1.5 Površinske vode

Površinske vode iz deponije Smiljevići prikupljaju se mrežom otvorenih kanala i usmjeravaju prema Lepeničkom potoku koji teče u podnožju deponije. Dio od oko 200 m Lepeničkog potoka reguliran je cjevovodom izgrađenim ispod tijela deponije. Ispod tijela deponije nalazi se još jedan povremeni površinski potok koji je reguliran cjevovodom i povezan s Lepeničkim potokom. Lepenički potok dobija sirovu procjednu vodu iz deponije i prenosi je kroz naselja Smiljevići, Zabrdje, Rajlovac, sve do rijeke Bosne.

Kvalitet Lepeničkog potoka analiziran je u laboratoriji Instituta za hidrotehniku u januaru 2016. godine. Rezultati odabranih parametara prikazani su u donjoj tabeli.

Tabela 7 Kvalitet vode iz Lepeničkog potoka (Institut za hidrotehniku, 2016)

Parametar	Jedinica	Rezultat	Granična vrijednost 1*	Granična vrijednost 2*
pH	/	8,2	6,8 – 8,5	6,0 – 9,0
Zamućenost	NTU	36	/	/
Otopljeni kisik	mg/l	5,39	8-6	4-3
Provodljivost	μS/cm	2500	/	/
Ukupna otopljena materija na 105°C	mg/l	1350	1000	1500
Ostatak nakon sagorijevanja na 550°C	mg/l	1007	/	/
Hemijska potrošnja kisika (HPK)	mgO ₂ /l	271	/	/
Biohemijska potrošnja kisika (BPK)	mgO ₂ /l	49	2-4	7-20
Ukupno N	mgN/l	112,43		
Amonijak	mgN/l	100,24	0,1 – 0,25	0,25 – 1,5
Nitrat	mgN/l	1,23	0,5 – 1,5	1,5 - 10
Nitrit	mgN/l	0,32	0,01 – 0,03	0,03 – 0,2
Hloridi	mg/l	238	/	/
Sulfati	mg/l	200	/	/
Ukupno P	mg/l	1,02	0,1 – 0,25	0,25 – 1,5
Površinske aktivne materije	mg/l	0,42	/	/
Ulje i mast	mg/l	60	/	/
Sulfidi	mg/l	0,2	0,002	0,05
Fenoli	mg/l	0,45	0,005	0,025
Cijanidi	mg/l	0,10	0,001	0,1
Bakar (Cu)	mg/l	0,0127	0,002-0,01	0,01 – 0,02
Cink (Zn)	mg/l	0,0617	0,05 – 0,03	0,08 – 0,2
Kadmijum (Cd)	mg/l	<0,0001	0,0005	0,025
Olovo (Pb)	mg/l	0,0018	0,002	0,08

Parametar	Jedinica	Rezultat	Granična vrijednost 1*	Granična vrijednost 2*
Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)	µg/l	<0,001	0,0002	0,001

* Granične vrijednosti preuzete su iz Uredbe o klasifikaciji voda i voda obalnog mora Jugoslavije (Službeni list SR BiH, broj 19/80) i Uredbe o opasnim i štetnim tvarima u vodama (Službene novine FBiH, broj 43/07): Nivo 1 – Nivoi za klase kvaliteta vode I/II, Nivo 2 – Nivoi za klase kvaliteta vode I/II

Na temelju prikazanih podataka, može se zaključiti da je voda iz Lepeničkog potoka značajno zagađena organskom materijom (HPK, BPK) i jedinjenjima azota. Voda iz Lepeničkog potoka ne ispunjava zakonske zahtjeve ni za IV klasu kvaliteta, te se stoga ne može koristiti za navodnjavanje ili industrijsku namjenu.

4.1.6 Kvalitet vode

Prikupljanje drenažne vode iz deponije vrši se pomoću tri sistema za drenažu. Prvi sistem je izrađen od drenažnih cijevi promjera $\Phi 350$ i $\Phi 225$ mm i služi za prikupljanje procjednih voda u slojevima ispod novoizgrađene multibarijerne zaštite i na drugim dijelovima deponije koja više nisu u upotrebi. Ovaj drenažni sistem odvodi vodu s površine od oko 20 ha (duboka drenaža - D). Drugi cjevovodni sistem promjera $\Phi 315$ mm sakuplja procjedne vode iz ćelije sanitarne deponije smještene na multibarijernoj zaštiti s površinom od oko 15 ha (plitka drenaža - P). Treći sistem prikuplja vodu koja se ispušta kroz strop betonskog tunela kroz koji Lepenički potok teče ispod tijela deponije (kalota - K).

Procijenjena ukupna količina procjednih voda kreće se od 2,5 do 3,5 l/s. Procjedne vode iz sistema plitke drenažne vode imaju najveće varijacije u količini vode, dok prema postojećim rezultatima praćenja količina drenažne vode iz duboke drenaže i kalote manje oscilira. Više procjednih voda prikuplja se kalotom nego dubokom drenažom. Sastav procjednih voda iz duboke drenaže odgovara metanskoj fazi stanja deponije i gotovo je konstantan s relativno malim količinama vode (0,2-0,3 l/s). Drenažna voda koja se skuplja u kaloti (koja je ujedno i najniža tačka deponije) filtrira se kroz stari dio deponije. Prosječne količine vode iz kalote su oko 1,5 l/s. Uticaj padavina najviše se manifestuje na količinu vode u plitkoj drenaži, što se može objasniti činjenicom da je brzina prodiranja padavina najbrža kroz slojeve svježe odloženog otpada. Količina vode koja se sakuplja plitkom drenažom iznosi oko 1-2 l/s.

Postoji postrojenje za tretman otpadnih voda s tehnologijom MBR koje trenutno nije u funkciji. Prema upravitelju deponije, glavni razlozi zbog kojih nikada nije bilo uspješnog rada postrojenja za tretman otpadnih voda bio je vrlo često začepljenje membranskog sistema potopljenih patrona za mikrofiltraciju šupljih vlakana (C-MEM) i loš kvalitet ulaznih parametara za projektiranje postrojenja za tretman otpadnih voda. Trenutno se procjedna voda ispušta bez ikakvog tretmana u Lepenički potok (

Slika 6).

Slika 6 Deponija Sarajevo – netretirani ispust procjednih voda



Kvalitet procjednih voda mjesečno prati interna i eksterna ovlaštena laboratorija.

Ispitivanje fizičkih i hemijskih karakteristika procjednih voda iz svih cijevi za 2015. i 2016. godinu proveo je Dvokut Pro d.o.o. - Laboratorija za arhitektonsku fiziku i zaštitu okoliša. Rezultati su pokazali visoke vrijednosti BPK i HPK s jedne strane i niske vrijednosti amonijaka s druge strane. Kao što je navedeno u Procjeni postrojenja za tretman procjednih voda (Završni izvještaj, juli 2017. godine), koju je proveo konsultant u ime Svjetske banke, jedino moguće objašnjenje je da je novi dio deponije napunjen svježim otpadom iz domaćinstava s „kratkim priključenjem“ na sistem za prikupljanje procjednih voda u prvih 6 mjeseci 2016. godine. Nije moguće utvrditi neki drugi logičan razlog za ovakav razvoj događaja.

U 2017. godini analizirani su uzorci procjednih voda, a rezultati su bili nejasni i nedosljedni. Vizualni dojam⁵ nije odgovarao izvještaju o kvalitetu procjednih voda. Čista procjedna voda cijevi kalote sadržavala je najveću vrijednost HPK u maju. Na osnovu vizuelnog pregleda, tada je procijenjeno da bi procjedne vode iz „kalote“ trebale biti manje zagađene. . Drugi problem sa laboratorijskim izvještajem je taj što su vrijednosti miješane ulazne vode u postrojenje za tretman procjednih voda veće od najviše pojedinačne vrijednosti. Objašnjenje iz laboratorije nije bilo dostupno konsultantu.

Posljednji rezultati analize procjednih voda su iz 2018. godine (juli, august, septembar i oktobar), a analizu je vršio Institut za kvalitet, standardizaciju i ekologiju TKM Lukavac (Appendix B). Fizičko-hemijska ispitivanja procjednih voda poređena su sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizaciju⁶. Sljedeći parametri premašili su granične vrijednosti: BPK, HPK, amonijak, ukupni azot, hloridi, ukupni fosfor, željezo, bor i toksičnost.

Ispuštene otpadne vode deponije, koje se sastoje od procjednih voda, značajno su onečišćene (velike količine organske materije (HPK, BPK), amonijaka, ukupnog azota, teških metala, hlorisanih organskih i anorganskih soli) te su ovi rezultati i očekivani.

Vrijednosti BPK₅ i HPK pokazale su da je deponijea u fazi biorazgradnje i nestabilizirana. Visoka koncentracija amonijaka je karakteristika stare ili stabilizirane (više od 10 godina) deponije, a visoka koncentracija hlorida odražava značajnu prisutnost topljivih soli.

Važno je primjetiti da je u nekim uzorcima koncentracija HPK i BPK bile prilično blizu ili čak ispod zakonom predviđenih graničnih vrijednosti za ispuštanje otpadnih voda u kanalizaciju (17/18 juli 2018 HPK je iznosila 740 mgO₂/l, 17 july – 3 august BPK je bila ispod 250 mgO₂/l- limit value). Nije se mogla ustanoviti jasna korelancija između kvaliteta procjednih voda i padavina/protoka, pa je i elaboriranje povremenog pada u zagađenju procjednih voda teško izvodivo.

Nadalje, važno je primjetiti da je najmanje opterećenje procjedne vode prisutno u ispustu kalota. Tokom ispitivanja procjednih voda u julu 2018godine (Prilog B), HPK je iznosila od 310 – 940 mgO₂/l što je blisko graničnim vrijednostima koje iznose 700 mgO₂/l, dok je koncentracija BPK bila ispod graničnihvrijednosti (250 mgO₂/l). Koncentracija amonijaka, iako višestruko veća od graničnih vrijednosti (40 mgNH₄-N/l), je značajno niža od onih vrijednosti koje su prisutne u ostalim ispustima. Slična je situacija i sa hloridima. Za ispust kalota se smatra da je prijemnik podzemnih voda, te je moguće pretpostaviti da je razlog nižeg opterećenja procjednih voda na ovom ispusti razblaženje.

Važno je naglasiti da se procjedna voda trenutno ispušta bez ikakvog tretmana u Lepenički potok.

4.2 Socioekonomsko okruženje

4.2.1 Korištenje zemljišta

Kanton Sarajevo je zvanični vlasnik lokacije.

⁵ Konsultant, u ime SB, juli 2017.

⁶ Službene novine FBiH, br. 101/15 i 01/16, 101/18

4.2.2 Stanovništvo/demografski podaci

Odlagalište se nalazi u Kantonu Sarajevo, na području općine Novi Grad. Kanton Sarajevo čine općine Grada Sarajeva (četiri općine: Centar, Stari Grad, Novo Sarajevo i Novi Grad) i još pet općina: Hadžići, Ilidža, Ilijaš, Trnovo i Vogošća. Otpad se skuplja i prevozi iz svih 9 općina i odlaže se na deponiji Smiljevići.

Tabela 8 Stanovništvo po općinama u Kantonu Sarajevo (Popis iz 2013. godine)

Općina	Stanovništvo po općinama	Urbano stanovništvo %	Ruralno stanovništvo %
Centar	55.181	100	0
Stari Grad	36.976	22,3	77,7
Novo Sarajevo	64.814	100	0
Novi Grad	118.553	26,5	73,5
Hadžići	23.891	100	0
Ilidža	66.730	100	0
Vogošća	26.343	100	0
Ilijaš	19.603	0	100
Trnovo	1.502	42,6	57,4
Ukupno	413.593	91,1	8,9

Prema popisu iz 2013. godine, Kanton Sarajevo ima 413.593 stanovnika.

4.2.3 Lokalno stanovništvo na koje će projekt vjerovatno uticati

Odlagalište Smiljevići nalazi se na području općine Novi Grad. Udaljenost od deponije do središnje gradske zone je oko 3 km, a do centra Sarajeva oko 6 km. Najbliža naselja su Buća Potok, Briješće, Smiljevići i Zabrđe (Slika 1). Udaljenost između najbliže stambene zgrade i čelije za odlaganje koja se trenutno koristi na deponiji je manja od 500 m. Ukupan broj stanovnika u općini Novi Grad je 118.553, 26,5% urbanog stanovništva i 73,5% ruralnog stanovništva.

4.2.4 Prisustvo skupljača otpada

Skupljači otpada nisu bili prisutni tokom posjete konsultanta koji je organiziran u junu/julu 2018. godine. Prema riječima državnih službenika, prisustvo skupljača na deponiji je zabranjeno.

4.3 Biološko okruženje

4.3.1 Flora i fauna

Biofizičko okruženje je simbioza biotskog i abiotskog okruženja organizma ili populacije. Tokom pregleda literature utvrđeno je da nije provedeno mnogo istraživanja o flori i fauni za projektno područje. Jedinu dostupni podaci su za Kanton Sarajevo. Ovi podaci nisu relevantni za projektno područje zbog različitih uvjeta, npr. klima, reljef, tlo i visina. Stoga bi se procjena flore i faune trebala provesti kao dio procjene uticaja na okoliš predloženog projekta.

Na temelju iskustva konsultanata i terenske posjete, može se zaključiti da se, zbog antropogenog uticaja aktivnosti deponije, projektno područje u potpunosti smatra izmijenjenim staništem. Projektnu lokaciju karakterizira ruderalna vegetacija koja sadrži nekoliko vrsta grmlja i drveća (na periferiji deponije). Što se tiče životinjskih vrsta, moguća je pojava nekih ptica (grabljivice), glodara i domaćih životinja.

4.3.2 Prirodno naslijeđe

Na lokaciji deponije nema materijalnih dobara ili kulturno-istorijskog naslijeđa. Prema Prostornom planu Kantona Sarajevo, planirano je da jedno područje bude zaštićeno, Istorijsko-memorijalni kompleks Žuč, koji je od deponije udaljen oko 2 km.

5 Nacrt osnovnih alternativa

5.1 Ne raditi ništa

Pod alternativom "ne raditi ništa" trenutno nekontrolirano odlaganje će se nastaviti, bez poduzimanja bilo kakvih mjera za uklanjanje okolišnih i socijalnih uticaja, bez sanacije lokacije i bez izgradnje/korištenja moderne sanitarne deponije. To bi bila najjeftinija alternativa i ne bi zahtijevala nikakve promjene trenutnih operativnih postupaka.

Međutim, s obzirom na to da je lokacija izgrađena bez ikakvih mjera zaštite okoliša, scenarij „ne čini ništa“ doveo bi do visokog nivoa zagađenja okoliša. Posljedice takve situacije su:

- > Ispuštanja procjednih voda, s negativnim efektom na tlo, podzemni sloj, kvalitet podzemnih voda;
- > Emisija deponijskog plina (zagađenje zraka);
- > Vizuelni uticaj, emisija otrovnih materija u atmosferu;
- > Uticaji na zdravlje i sigurnost.

5.2 Lokacijske alternative

Osim ove u Smiljevićima, nisu predložene alternativne lokacije. U skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom i Planom upravljanja otpadom Kantona Sarajevo za period 2015-2020. godina, u 2016. godini izvršena je eksproprijacija jednog dijela zemljišta i pripremljena je projektna dokumentacija za izgradnju postrojenja za reciklažu, reciklažnog dvorišta i deponiju inertnog otpada s ciljem pretvaranja deponije Smiljevići u Regionalni centar za upravljanje otpadom (RCUO).

Postoji niz aktivnosti koje su trenutno završene ili su u toku, što je planirano Planom sanacije i rekonstrukcije RCUO Smiljevići za period 2016 - 2020, koji je usvojilo Ministarstvo prostornog uređenja.

Prema sadašnjem Prostornom planu Kantona Sarajevo za period od 2003. do 2023. godine, planirano je proširenje deponije RCUO na 94,3 ha, počevši od sadašnje situacije u kojoj je oko 60 ha već pod deponijom. Strateška procjena uticaja na okoliš je u postupku pripreme s ciljem pružanja detaljnijih informacija o lokaciji i svrsi budućeg širenja. Kao dio tih proširenja, osim novih

ploha/područja deponije, postojat će i drugi objekti za uravljanje otpadom kao što su postrojenje MBT, komposter i deponija za građevinski otpad itd.

U januaru 2019. godine, Federalno ministarstvo okoliša i turizma obustavilo je postupak za izdavanje okolišne dozvole zbog protesta stanovništva.

5.3 Alternative razvoja projekta

Trenutno stanje na deponiji Smilijevići je takvo da deponija ne ispunjava sve tehničke zahtjeve potrebne za ograničavanje negativnog uticaja lokacije na okoliš. Upravljanje procjednim vodama jedan je od glavnih problema na lokalitetu, dok je postrojenje za tretman procjednih voda trenutno izvan funkcije, tako da postoji značajan uticaj procjednih voda na nizvodne prijemne vode (Lepenički potok).

U cilju poboljšanja upravljanja i budućeg rada deponije predlaže se tehničko rješenje:

- > Završno zatvaranje dijela postojeće deponije
- > Daljnja izgradnja i korištenje aktivne sanitarne ćelije

6 Uticaji i mjere za ublažavanje

6.1 Uvod

U ovom dijelu su predstavljeni rezultati identifikacije i procjene najvažnijih mogućih uticaja predloženog projekta za upravljanje otpadom na okoliš. Uticaji su razmatrani za izgradnju, korištenje, zatvaranje i fazu nakon zatvaranja.

Identificirani potencijalni uticaji predloženog projekta uključuju pozitivne i negativne uticaje većeg ili manjeg značaja. Aspekti značaja uticaja koji su razmatrani tokom procjene uticaja mogu se navesti na sljedeći način:

- > Jačina uticaja - nivo intenziteta promjena uzrokovanih projektnim aktivnostima
- > Geografsko područje uticaja - područje u kojem dolazi do promjena (lokalno, regionalno ili državno)
- > Trajanje oporavka - procijenjeni period potreban za povratak u prvobitne uslove prije uticaja

Iz perspektive značaja, nivoi uticaja mogu biti zanemarivi, niski, umjereni ili visoki. Definicije navedenih nivoa predstavljene su u tabeli u nastavku:

Tabela 9 Nivoi značaja uticaja

Nivo	Uticaj na biofizičke resurse	Uticaj na socioekonomske uslove
Zanemariv	Okoliš nije pretrpio skoro nikakve promjene, efekti se mogu poništiti u roku od nekoliko dana	Socioekonomski uslovi ili komercijalne aktivnosti nisu pretrpjeli skoro nikakve promjene, efekti se mogu poništiti u roku od nekoliko dana
Nizak	Izolirana promjena lokalnih biofizičkih uslova u ograničenom području (u radijusu oko 100 m), oporavak traje nekoliko mjeseci, nisu zabilježeni rezidualni efekti	Izolirana promjena u socioekonomskim uslovima i/ili komercijalnim aktivnostima koja traje od nekoliko dana do nekoliko mjeseci, bez rezidualnih efekata
Umjeren	Primjetna promjena u biofizičkom okruženju koja traje od nekoliko mjeseci do nekoliko godina do oporavka. Značajno pogođeno područje je u radijusu od 0,5 km ili manji uticaj na širem regionalnom području.	Značajna promjena u socioekonomskim uslovima i/ili komercijalnim aktivnostima za najviše 10% osoba prisutnih u projektnom području ili manja promjena za 50% osoba
Visok	Promjene biofizičkih uslova koje su primjetne u	Značajne promjene u socioekonomskim uslovima

Nivo	Uticađ na biofizičke resurse	Uticađ na socioekonomske uslove
	regionalnom radijusu većem od 0,5 km ili značajna promjena u manjem području koja se ne može poništiti u roku od nekoliko godina	i/ili komercijalnim aktivnostima za više od 50% osoba prisutnih u projektnom području ili primjetne promjene za osobe izvan projektnog područja

6.2 Faza izgradnje

Predloženi projekat uključuje zatvaranje postojećeg odlagališta i izgradnju nove sanitarne deponije. Uticaji vezani za ovu fazu projekta će trajati relativno kratko (1-2 godine). O uticajima na okoliš i predloženim mjerama za ublažavanje koje su bitne za fazu izgradnje u okviru projekta detaljno se govori u narednim dijelovima.

FIZIČKO OKRUŽENJE

6.2.1 Promjena drenažne strukture

Uticaji

Tokom izgradnje, voda će se uglavnom koristiti tokom radova na pomjeranju zemlje, za kontrolu prašine, za sabijanje sloja glinenog materijala (element donjeg brtvenog sloja) da bi se postigla njegova manja propusnost, za pravljenje betona za temelje, i za korštenje od strane građevinskih radnika. Za građevinske aktivnosti će se koristiti relativno mala količina vode i neće dovesti do promjena postojeće drenažne strukture. Stoga je ovaj uticaj procijenjen kao „nizak”.

Mjere za ublažavanje

Kontrola drenaže specifična za lokaciju potrebna je kako bi se osiguralo propisno upravljanje oticanjem površinskih voda. Naročito se preporučuju sljedeće mjere za ublažavanje:

- > Svesti na najmanju mjeru planiranu količinu zemljišta za pomjeranje korištenjem postojećih pristupnih puteva;
- > Izgraditi drenažne jarke kada je potrebno;
- > Redovno čistiti i održavati drenažne jarke i odvodne kanale;
- > Primjenjivati specijalne građevinske tehnike u dijelovima sa strmim nagibima i erodibilnim tlom;
- > Ne mijenjati ili ograničavati postojeće drenažne sisteme;
- > Odlagati višak iskopnog materijala u odobrenim područjima da bi se kontrolirala erozija i oticanje svelo na najmanju mjeru.

6.2.2 Pejzaž

Uticaji

Postavljanje gornjeg brtvenog sloja na stariji dio deponije i njegovo daljnje širenje nagore (prema jugu) imat će uticaja na pejzaž predloženog projekta. Tokom faze izgradnje, radit će se modificiranje terena putem gradiranja, iskopavanja i zasijecanja. Deponija neće biti vidljiva iz okolnih naseljenih područja. Stoga je značaj ovog uticaja procijenjen kao „nizak”.

Mjere za ublažavanje

Nova deponija će biti izgrađena na/u blizini postojećeg odlagališta, čime će se maksimalno iskoristiti depresija prirodnog pejzaža.

6.2.3 Zagađenje površinskih i podzemnih voda

Uticaji

Tokom perioda izgradnje, glavni izvor zagađenja tla i/ili podzemnih voda je moguća infiltracija izazvana nemarnim rukovanjem različitim materijalima i supstancama koje se koriste tokom radova, što dovodi do mogućnosti njihovog infiltriranja u tlo. Osim toga, uticaji mogu nastati zbog skladištenja goriva i/ili drugih (opasnih) supstanci koje se koriste u neodgovarajućim uslovima, te od izvlačenja goriva i naftnih proizvoda iz rezervoara i motora. Eventualno negativan uticaj je moguć u krugu ne većem od 100m, te je značaj ovog uticaja procijenjen kao „nizak”.

Mjere za ublažavanje

Da bi se spriječilo zagađenje površinskih i podzemnih voda, tokom faze izgradnje će se provesti sljedeće mjere ublažavanja:

- > Redovno servisiranje mašinerije, kako bi se smanjila vjerovatnoća zagađenja zbog izlivanja ulja;
- > Nasipanje pijeska ili finog šljunka na lokacijama planiranim za parkiranje i servisiranje;
- > Izbjegavati radove u kišnim periodima;
- > U slučaju izlivanja/curenja ulja i maziva, koristiti piljevinu ili drugo upijajuće sredstvo;
- > Osigurati pokrivene zone za skladištenje građevinskog materijala i otpada da bi se spriječilo istjecanje.

6.2.4 Otpadne vode

Uticaji

Tokom faze izgradnje deponije, voda će se u građevinskom kampu koristiti za piće, kuhanje, pranje i kupanje, kao i za građevinske aktivnosti (tj. snabdjevanje građevinskih lokacija vodom, pranje točkova itd.). Nepropisno korištenje kanalizacijskog sistema i rezervoara za prikupljanje otpadnih voda može imati nizak negativan uticaj na lokaciju izazvan zagađenjem površinskih voda koje otječu i akumuliraju se u sezonskim bazenima. Značaj ovog uticaja je procijenjen kao „nizak”.

Mjere za ublažavanje

Ako se otpadne vode skupljaju tokom građevinskih radova, potrebno ih je tretirati do potrebnog nivoa pročišćavanja prije ispuštanja u vodene tokove ili kanalizaciju, u skladu s Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine FBiH, br. 101/15 i 01/16).

6.2.5 Buka

Uticaji

Tokom faze izgradnje će doći do značajnog ometanja bukom. Izvori uticaja su uglavnom vozila i oprema koji će se kretati po gradilištu, ulazeći i izlazeći sa projektne lokacije. Očekuje se da će

buka biti ograničena u radijusu od 500 metara do 1 km od gradilišta, te da stoga neće uticati na obližnja naselja. Značaj ovog uticaja je procijenjen kao „umjeren“.

Mjere za ublažavanje

Preporučuju se sljedeće mjere za ublažavanje kako bi se smanjili uticaji buke:

- > Ograničiti bučne aktivnosti na periode dana koji su najmanje osjetljivi na buku;
- > Sva mašinerija i oprema treba imati uređaje za kontrolu zvuka;
- > Planirati da se bučne aktivnosti (npr. pomjeranje zemlje, istovaranje kamiona, itd.) odvijaju istovremeno;
- > Usmjeriti saobraćaj teških vozila dalje od naselja i drugih osjetljivih receptora;
- > Radnici u blizini izvora visoke buke će nositi potrebnu zaštitnu opremu;
- > Koristiti prepreke (npr. ograde) ili namjenske akustične zavjese kada je izvodljivo;
- > Kad god je moguće, izbjegavati korištenje udarnih alata;
- > Mašineriju treba isključiti ili smanjiti rad na minimum kada se ne koristi.

6.2.6 Zrak

Uticaji

Tokom zatvaranja postojeće deponije, može se javiti neprijatan miris zbog pomjeranja otpada ili tokom slučajnih požara povezanih s narušavanjem drenažnih sistema za plin tokom zemljanih radova. Dodatne uticaje na zrak tokom izgradnje uzrokuje ispuštanje plinova (CO₂, SO₂, NO_x itd.), čvrstih tvari i prašine zbog rada građevinskih mašina i transportnih vozila. Zbog blizine naselja značaj ovog uticaja je procijenjen kao „umjeren“.

Mjere za ublažavanje

Da bi se mogući uticaji na zrak spriječili ili sveli na najmanju mjeru, preporučuju se sljedeće mjere za ublažavanje:

- > Prskanje vodom po neasfaltiranim površinama bez vegetacije, kako bi se prijenos lebdeće prašine zrakom sveo na najmanju mjeru
- > Vlaženje ili pokrivanje fino usitnjenog građevinskog materijala tokom transporta
- > Postaviti i provoditi ograničenja brzine za vozila kako bi se smanjio prijenos lebdeće prašine zrakom iz saobraćaja vozila;
- > Omogućiti pristup lokaciji isključivo ovlaštenim vozilima;
- > Održavati vlažnost tla tokom utovara u kamione;
- > Održavati nivo utovarenog zemljišta ispod nadvođa kamiona;
- > Vozila treba da budu tehnički ispravna sa efektivnom redukcijom ispusnih plinova u skladu s relevantnim domaćim zakonodavstvom.

6.2.7 Neprijatan miris

Uticaji

Smatra se malo vjerovatnim da će aktivnosti vezane za fazu izgradnje dovesti do stvaranja povećanja neprijatnih mirisa, izuzev onih koji dolaze iz vozila i građevinskih mašina. Tokom zatvaranja ploha aktivne deponije, pomjeranje otpada može dovesti do neprijatnih mirisa. Značaj ovog uticaja je procijenjen kao „nizak“.

Mjere za ublažavanje

Teško je ublažiti uticaje neprijatnih mirisa koji proizlaze iz aktivnosti zatvaranja. Potrebno je spriječiti pomjeranje velikih količina otpada.

BIOLOŠKO OKRUŽENJE

6.2.8 Biološka raznolikost

Uticaji

Vegetacija poput drveća i grmlja neće se uklanjati tokom građevinskih radova, jer će se nova sanitarna deponija graditi na već degradiranoj livadi. Deponiju karakterizira degradirani vegetacijski pokrov, sa dominantnim sistemima tercijarne vegetacije. Zbog ogromnog antropogenog negativnog uticaja, ova lokacija deponije nije poznata kao stanište bilo koje zaštićene ili ugrožene vrste biljaka. Stoga, značaj ovog uticaja je procijenjen kao „nizak“.

Mjere za ublažavanje

Tokom izgradnje deponije potrebno je spriječiti pristup divljim životinjama.

SOCIOEKONOMSKO I KULTURNO OKRUŽENJE

6.2.9 Socioekonomsko okruženje

Uticaji

Pozitivni socioekonomski uticaji će uključivati otvaranje novih radnih mjesta za građevinske radnike i vezane prihode koji proizlaze iz građevinskih radova. Očekuje se da će izvođač angažirati lokalne vozače za prijevoz građevinskih materijala. Ova mogućnost zapošljavanja će biti otvorena oko 2 godine. Do indirektnih uticaja će doći kao rezultat novog ekonomskog razvoja, a oni će obuhvatati nova radna mjesta u firmama koje osiguravaju dodatnu radnu snagu ili materijale za projekat. Većina novih radnih mjesta vezanih za deponiju će biti privremena. Značaj ovog uticaja je procijenjen kao „pozitivan“.

Mjere za ublažavanje

Uticaji su procijenjeni kao pozitivni i mjere za ublažavanje nisu potrebne.

6.2.10 Korištenje zemljišta

Uticaji

Uticaji korištenja zemljišta se smatraju „zanemarivim“, jer se deponija i njen pristupni put nalaze na javnom zemljištu i nije potrebno kupovati zemljište da bi ono bilo dostupno za izgradnju deponije.

Mjere za ublažavanje

Uticaji su procijenjeni kao zanemarivi i mjere za ublažavanje nisu potrebne.

6.2.11 Zdravlje i sigurnost

Uticaji

Potencijalni uticaji projekta za upravljanje otpadom na zdravlje i sigurnost radnika i građana tokom izgradnje isti su kao i uticaji bilo kog projekta izgradnje koji podrazumijeva pomjeranje zemljišta, korištenje velike opreme, prijevoz preteških i kabastih materijala i izgradnju i instaliranje industrijskih objekata. Osim toga, pitanja zdravlja i sigurnosti uključuju rad na visinama ili u kanalima. Radovi na zatvaranju stare deponije mogu uticati na radnike zbog izlaganja deponijskom plinu i općih rizika koji su povezani s nesrećama u rukovanju velikim količinama otpada. S druge strane, zatvaranjem deponije će se osigurati kontrola štetočina i glodara. Značaj ovog uticaja je općenito procijenjen kao „umjeren“.

Mjere za ublažavanje

Neke od mjera koje se trebaju provesti da bi se ublažili uticaji na zdravlje i sigurnost su:

- > Izvršiti procjenu sigurnosti kako bi se opisala potencijalna sigurnosna pitanja i mjere ublažavanja;
- > Izraditi i provesti program za zdravlje i sigurnost radnika i građana;
- > Identificirati sve primjenjive standarde zaštite na radu i uspostaviti sigurne radne prakse;
- > Osigurati adekvatnu ličnu zaštitnu opremu (LZO) i obuku o njenom korištenju;
- > Pažljivo pratiti primjenu odgovarajućih praksi zdravlja i zaštite na radu;
- > Konsultirati se s lokalnim organima nadležnim za planiranje o opasnostima u saobraćaju;
- > Izraditi strategiju za upravljanje požarima i obučiti radnike o ranom otkrivanju požara;
- > Ograditi i pažljivo pratiti gradilište deponije kako bi se onemogućio javni pristup;
- > Koristiti odgovarajuće procedure/znakove za skladištenje i prijevoz eksplozivnih materijala;
- > Uvesti adekvatne protokole obuke za zaposlene koji rade s opasnim materijalima.

6.3 Faza rada

O uticajima na okoliš i mjerama za ublažavanje za u fazu rada projekta detaljno se govori u narednim dijelovima. Oni su relevantni samo za korištenje nove deponije.

6.3.1 Promjena drenažne strukture

Uticaji

Tokom faze korištenja, voda će se uglavnom koristiti za pranje točkova vozila, kvašenje zemljanih pristupnih puteva, i u administrativnim objektima. Korištenje deponije će imati ograničen uticaj na hidrologiju i kvalitet vode u tom području, jer će se otpadne vode ispuštati u prirodno okruženje tek nakon odgovarajućeg tretmana. Ako se održavaju normalni uslovi rada deponije, ne očekuje se nikakav uticaj na površinsko oticanje u područjima koja graniče s deponijom. Površinsko oticanje na lokaciji će se kontrolirati putem instaliranja objekata za prikupljanje čiste vode koja otječe, koja se izdvaja iz sistema za prikupljanje zagađenih voda koja otječu i procjednih voda. Značaj ovog uticaja je procijenjen kao „nizak“.

Mjere za ublažavanje

Preporučuju se sljedeće mjere za ublažavanje kako bi se osigurala adekvatna kontrola drenaže tokom faze korištenja deponije:

- > Redovno čistiti i održavati drenažne jarke i odvodne kanale, da bi se osiguralo propisno uklanjanje oticanja;
- > Ne mijenjati ili ograničavati postojeće drenažne sisteme, naročito u osjetljivim područjima;
- > Redovno pratiti nivo podzemne vode putem bunara za monitoring izvedenih na lokaciji.

6.3.2 Zagađenje podzemnih voda

Uticaji

Zatvaranje postojećeg odlagališta rezultirat će postupnim smanjenjem procjernih voda koje se mogu održati nekoliko godina. Međutim, na temelju rezultata procjernih voda, model postavljanja gornjeg brtvenog sloja neće smanjiti protok procjernih voda za više od 26%, zbog značajnog uticaja baznog protoka. Čelije deponije koje će biti pokrivene vodonepropusnim slojem, do tada više neće proizvoditi procjedne vode.

U isto vrijeme, rad nove čelije će zahtijevati odgovarajuće postrojenje za tretman procjernih voda koje bi takođe trebalo moći primiti procjednu vodu (postupno opadanje) sa starog otpada.

Tokom faze korištenja, zagađenje podzemnih vodnih resursa može biti uzrokovano nekontroliranim ispuštanjem voda koje otječu ili procjernih voda, curenjem iz začepljenih drenažnih sistema, oticanjem sa izdignutih područja deponije. Do njega može doći i kao rezultat adekvatnog održavanja mašinerije i opreme koja se koristi na deponiji, zbog curenja goriva, ulja i drugih supstanci. Kiša koja pada direktno na aktivne dijelove deponije tokom iskopavanja deponije može dovesti do povećanog stvaranja procjernih voda. Otpadne vode će da završe u sistemu javne kanalizacije, koji završava sa tretmanom otpadnih voda Grada Sarajevo u Butilama. Značaj ovog uticaja je procijenjen kao „umjeren“.

Mjere za ublažavanje

Mjesta infiltracije ili dotoka u drenažnom sistemu procjernih voda moraju se istražiti kako bi se smanjila količina baznog toka. Potrebno je provesti detaljnu hidrogeološku studiju kako bi se odredio izvor baznog toka i uložile dodatne mjere za odvajanje procjedne vode iz „čistog“ dotoka okolne drenaže.

Propisnim korištenjem drenažnog sistema, objekata za prikupljanje i tretman procjernih voda, ponovnim korištenjem „čiste“ zemlje za završni sloj u pokrivanju deponije kako bi se smanjilo oticanje površinskih voda iz otpada, te stabiliziranjem zaliha zemlje putem revegetacije, potencijalni nepovoljni uticaji će se svesti na najmanju mjeru, i omogućit će se da se fizički, biološki i hemijski uticaji na vodne resurse zadrže na veoma niskom nivou.

Postrojenje za tretman procjernih voda mora da bude dizajnirano tako da može da primi i tretira procjedne vode (uključujući i bazni tok) i procjedne vode sa novoizgrađene deponije. Upravitelj deponije mora osigurati održavanje efektivnog i efikasnog sistema za kontrolu i monitoring procjernih voda (uključujući i bazni tok), kako procjernih voda sa novoizgrađene deponije. Monitoring procjernih voda (uključujući i bazni tok) na mjesečnoj osnovi je neophodan poslije zatvaranja svake faze deponije, što će omogućiti pravilan odabir tehnologije i parametara rada postrojenja za tretman procjernih voda. Prilikom odabira tehnologije tretmana uzeti u obzir granične vrijednosti ispuštanja u kanalizaciju. Osim toga, upravitelj deponije mora biti propisno i adekvatno osposobljen za upravljanje i održavanje instaliranog sistema kontrole. Procedura za brzi popravak curenja u cijevima, pumpi i ostale opreme mora biti dio rada deponije. Neprestano moraju postojati zalihe rezervnih dijelova i opreme za popravak, kako bi se omogućio trenutni

popravlak kvarova. Tokom postavljanja PEHD folije, potrebno je provoditi stroge smjernice za osiguranje kvaliteta i izgradnju.

Tretman procjednih voda je moguće potpuno isključiti kao opciju u slučaju isključivanja dotoka procjednih voda (bazni protok) u kalotu. Osim toga, već ranije je ustanovljeno da je kalota najmanje opterećena organskim matreijama (HPK i BPK5) te stoga postoji realna mogućnost i ispuštanja ovog ispusta nakon minimalnog tretmana otpadnih voda (primarni) u sistem javne kanalizacije, koji na kraju završava sa gradskim tretmanom. Ipak, ovakav način tretmana ne može da utiče na koncentraciju hlorida, te je za ovakvu oduku potrebno imati posebno odobrenje od strane JKP Vodovod i Kanalizacija Sarajevo, koje upravlja kanalizacijom i postrojenjem za tretman otpadnih voda.⁷

Dalje mjere za ublažavanje uključuju:

- > Redovne kontrole i čišćenje drenažnih jaraka/odvodnih kanala;
- > Redovna kontrola objekata za prikupljanje i tretman procjednih voda, da bi se osigurali operativni uslovi;
- > Kvalitet podzemnih voda će se pratiti u redovnim intervalima.

6.3.3 Zagađenje površinskih voda

Uticaji

Tokom faze korištenja, voda će se koristiti za pranje točkova vozila, kvašenje zemljanih pristupnih puteva, i u administrativnim objektima. Korištenje deponije će imati ograničen uticaj na hidrologiju i kvalitet površinskih voda u tom području, jer će se otpadne vode ispuštati u prirodno okruženje tek nakon odgovarajućeg tretmana. Pitanja vezana za postrojenja za tretman procjednih voda već su obuhvaćena razradom uticaja na podzemne vode. Ako se održavaju normalni uslovi rada deponije, ne očekuje se nikakav uticaj na područja površinskog oticanja koja graniče s deponijom. Površinsko oticanje na lokaciji će se kontrolirati putem instaliranja objekata za prikupljanje čiste vode koja otječe, koja se izdvaja iz sistema za prikupljanje zagađenih voda koja otječu i procjednih voda. Deponija već ima negativan uticaj na površinske vode, budući da postrojenje za tretman procjednih voda ne radi. Otpadne vode će da završe u sistemu javne kanalizacije, koji završava sa tretmanom otpadnih voda Grada Sarajevo u Butilama Budući da se deponija nalazi u neposrednoj blizini površinskog vodotoka Lepenički potok značaj ovog uticaja je procijenjen kao „umjeren”.

Mjere za ublažavanje

Iste mjere za ublažavanje kao i one navedene za uticaj na podzemne vode.

Organizirati monitoring na površinskom vodotoku Lepenički potok prije i poslije ispuštanja otpadne vode s lokacije.

⁷ Oslanjajući se na član 8 stav 2, alineja c, Uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Sl. Novine FBiH, 101/15, 1/16, 101/18)⁷

6.3.4 Zrak

Uticaji

Potencijalni izvori zagađenja zraka do kojeg može doći tokom radova na lokaciji deponije uključuju uticaje na kvalitet zraka koji proizilaze iz korištenja dizelskog generatora, uticaje na kvalitet zraka koji proizilaze iz ispuštanja deponijskog plina i mogućeg sagorijevanja deponijskog plina. Do zagađenja zraka može doći u slučaju požara. Značaj ovog uticaja je procijenjen kao „nizak“.

Mjere za ublažavanje

Pokrivanjem dostavljenog otpada na deponiji značajno će se smanjiti uticaji na zrak. Instaliranjem sistema za skupljanje i spaljivanje deponijskog plina će se spriječiti nekontrolirana ispuštanja metana. Dalje mjere za ublažavanje uključuju:

- > Postaviti i provoditi ograničenja brzine kako bi se smanjio prijenos fugitivne prašine zrakom od vozila;
- > Omogućiti pristup lokaciji isključivo ovlaštenim vozilima;
- > Održavati vlažnost tla tokom pokrivanja otpada;
- > Držati kamione za prikupljanje i prijevoz otpada zatvorenim/pokrivenim dok putuju javnim cestama;
- > Kvasiti vodom neasfaltirane puteve kako bi se spriječilo širenje prašine;
- > Redovno provjeravati tehničke uslove svih vozila koja se koriste na deponiji.
- > Organizirati svakodnevno pokrivanje radi kontrole širenja otpada putem vjetra, ptica, životinja;
- > Ograničiti pristup deponiji, obučiti osoblje o sprečavanju požara na odlagalištu otpada;
- > Pratiti ispuštanja deponijskog plina i organizirati njegovo prikupljanje i korištenje, kada je relevantno.

6.3.5 Neprijatan miris

Uticaji

Postoje dva glavna izvora neprijatnog mirisa tokom korištenja deponije: onaj koji nastaje od raspadanja organskog otpada i onaj iz lagune za procjedne vode. Nepoželjni neprijatni miris se očekuje, ali zavisi od vrsta otpada sa kojim se radi i radnih praksi. Najbliži receptori će biti osoblje deponije koje će raditi na lokaciji. Zbog blizine domaćinstava očekuje se određeni uticaj na stanovništvo u blizini deponije. Stoga je značaj ovog uticaja procijenjen kao „umjeren“.

Mjere za ublažavanje

Neprijatan miris se može ublažiti na sljedeći način:

- > Svesti na najmanju mjeru trajanje izlaganja otpada bez pokrivke, naročito ljeti;
- > Istovarati, prostirati i sabijati otpad na najmanjem mogućem području;
- > Izbjegavati parkiranje vozila punih otpada na lokaciji preko noći;
- > Direktno reciklirati procjedne vode iz sabirnih rezervoara i odvoda u lagunu za procjedne vode;
- > Pažljivo pratiti i održavati sisteme za prikupljanje plina i baklje;
- > Redovno kontrolirati i održavati pokrivku ploha deponije kako bi se osigurala njena cjelovitost;
- > Inspirati vozila i njihovu podstrukturu da bi se smanjio neprijatan miris cestovnih vozila.

6.3.6 Buka

Uticaji

Negativan uticaj se može očekivati zbog povećanog nivoa buke zbog rada kamiona, kompaktora i drugih vozila koja se koriste na lokaciji. Budući da se u tampon zoni radijusa od 500 m nalaze domaćinstva, uticaj je procijenjen kao „umjeren“.

Mjere za ublažavanje

Slične mjere za ublažavanje kao i tokom faze izgradnje.

6.3.7 Zdravlje i sigurnost

Uticaji

Uticaji odlaganja otpada na zdravlje mogu uključivati izlaganje toksičnim hemikalijama, izlaganje zarazama i biološkim zagađivačima, stres vezan za neprijatne mirise, buku, štetočine i vizuelnu ugodu, rizike od požara, eksplozije, klizanje tla, prosipanja i nesreće. Ispuštanja i dim tokom transporta mogu uzrokovati povećanu učestalost respiratornih oboljenja. Štetočine koje deponija privlači (ptice, glodari i insekti) mogu biti prenositelji oboljenja. Osim toga, iako se uticaji povezani s deponijskim plinom trebaju svesti na najmanju mjeru dobrim radnim praksama na deponiji, uvijek ostaje potencijal za uticaje deponijskog plina. Mnogi rizici po zdravlje radnika tokom rada mogu se značajno smanjiti ili čak potpuno eliminirati dobrim radnim praksama na deponiji. Stoga se smatra da je značaj ovog uticaja „nizak“.

Mjere za ublažavanje

Svo osoblje uključeno u rad deponije koristilo bi odgovarajuću sigurnosnu opremu i bilo bi adekvatno osposobljeno u pogledu potrebnih praksi zdravlja i zaštite na radu. Ostale mjere za ublažavanje su slične onima koje se odnose na fazu izgradnje.

6.3.8 Biološka raznolikost

Uticaji

Korištenje deponije na teritoriji neće dovesti do značajnog negativnog uticaja na biološku raznolikost, jer je stanište već izmijenjeno (koristi se za potrebe deponije). Stoga je uticaj procijenjen kao „nizak“.

Mjere za ublažavanje

Lokacija će biti ograđena i po mogućnosti dobiti zeleni pojas drveća i grmlja tipičnog za tu regiju, čime će se spriječiti širenje otpada vjetrom i privlačenje mnoštva sitnih ptica. Adekvatno pokrivanje otpada tokom korištenja sanitarne deponije treba dovesti do smanjenog broja strvinara na lokaciji i drugih štetočina i glodara.

6.3.9 Socioekonomsko okruženje

Uticaji

Korištenje nove deponije će dovesti do otvaranja određenog broja novih radnih mjesta (oko 13), a lokalno stanovništvo će imati prednost pri zapošljavanju. Ovaj uticaj je procijenjen kao „pozitivan“.

Mjere za ublažavanje

Uticaji su procijenjeni kao pozitivni i mjere za ublažavanje nisu potrebne.

Međutim, važno je naglasiti da se često javljaju pritužbe na neadekvatno odlaganje otpada iz obližnjih naselja, što je rezultiralo prosvjedima i zaustavilo postupak izdavanja okolišne dozvole. Na temelju toga, potrebno je pripremiti djelotvoran plan savjetovanja javnosti koji će približiti i pojasniti planirana poboljšanja na deponiji. Kako bi se zadovoljile potrebe pogođenog stanovništva, podatke treba prikupljati u odgovarajućim intervalima kroz kvalitativna i kvantitativna istraživanja i izravno se savjetovati s pogođenim stanovništvom putem javnih sastanaka. Također, obrazovanje i podizanje svijesti lokalnog stanovništva može rezultirati boljom suradnjom.

6.4 Faza zatvaranja i nakon zatvaranja

6.4.1 Općenito

Uticaji

Kada se odlagalište zatvori a sanitarna deponija napuni do maksimalnog kapaciteta i zatvori, faza nakon zatvaranja je potrebna da bi se osigurala prevencija uticaja na okoliš. Očekuje se da će mnogi uticaji vezani za konačno zatvaranje biti slični uticajima tokom faze izgradnje i operativne faze, i kao takve ih treba tretirati na sličan način. Uticaji vezani za fazu nakon zatvaranja obuhvataju procjedne vode i deponijski plin, a njihov procijenjeni nivo je „umjeren“.

Mjere za ublažavanje

Priručnik za zatvaranje deponije i kontrolu nakon zatvaranja treba izraditi prije početka izgradnje deponije i ažurirati tokom korištenja i razvoja deponije ćeliju po ćeliju. Priručnik treba uključivati mjere za ublažavanje koje će se provesti na lokaciji deponije tokom i nakon zatvaranja deponije, tj. tokom i nakon postavljanja završne pokrivke.

Potrebno je vršiti redovan monitoring količine i kvaliteta procjednih voda. Po potrebi, procjedne vode prikupljene u retencionom bazenu trebaju se transportirati na tretman. Potrebno je vršiti redovne provjere funkcioniranja bunara za otplinjavanje.

7 Monitoring zaštite okoliša

U cilju praćenja kvaliteta okolišnih faktora i aktivnosti, potrebno je redovno i, u skladu sa propisima EU i domaćim propisima, vršiti monitoring aktivnosti koje se odnose na okoliš. Monitoring zaštite okoliša vrši se u fazama izgradnje, korištenja, zatvaranja i nakon zatvaranja deponije. U fazi prije izgradnje deponije potrebno je izraditi više planova upravljanja. U nastavku su, po fazama, navedeni zahtjevi koji se tiču monitoringa zaštite okoliša.

7.1 Faza prije izgradnje deponije

U fazi prije izgradnje deponije potrebno je izraditi i realizirati sljedeće planove upravljanja:

- > Studiju uticaja na okoliš, sa Planom upravljanja otpadom. Kod izgradnje deponija za odlaganje bezopasnog otpada koje primaju više od 10t otpada dnevno sa ukupnim kapacitetom većim od 25.000t, uvijek je potrebno provesti direktnu procjenu uticaja na okoliš i pribaviti okolišne dozvole⁸. Procjenu uticaja potrebno je izraditi prije izgradnje deponije, a treba da sadrži opis predloženog projekta, opis mogućih uticaja projekta na okoliš, opis potencijalnih značajnih uticaja projekta, opis mjera za ublažavanje negativnih posljedica projekta, procjenu alternativnih rješenja, netehnički rezime i informacije o mogućim teškoćama na koje je nosilac projekta naišao u toku razvoja projekta.
- > Plan upravljanja otpadom⁹, koji sadrži informacije o otpadu koji se proizvodi u preduzeću (porijeklo, vrsta prema listi otpada, sastav, količina otpada); mjere koje se preduzimaju radi sprečavanja produkcije otpada, posebno kada se radi o opasnom otpadu; odvajanje otpada, posebno opasnog otpada od druge vrste otpada i od otpada koji će se ponovo koristiti.
- > Šemu organizacije gradilišta¹⁰, koju čine Elaborat zaštite okoliša, Elaborat zaštite od požara i eksplozije i Elaborat zaštite na radu.

8 Pravilnik o pogonima i postrojenjima za koje je obavezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu (Službene novine FBiH, br. 19/04)

9 Propisano Zakonom o zaštiti okoliša FBiH (Službene novine FBiH, br. 33/03, 38/09) i Pravilnikom o pogonima i postrojenjima za koje je obavezna procjena utjecaja na okoliš i pogonima i postrojenjima koji mogu biti izgrađeni i pušteni u rad samo ako imaju okolinsku dozvolu (Službene novine FBiH, br. 19/04) i Pravilnikom o sadržaju, obliku, uslovima i načinu izdavanja i čuvanja vodnih akata (Službene novine FBiH, br. 31/15).

10 Propisano Zakonom o zaštiti na radu (Službeni list RBiH, br. 22/90), Pravilnikom o zaštiti na radu u građevinarstvu (Službeni list SFRJ, br. 42/68 i 45/68) i Zakonom o prostornom planiranju i korištenju zemljišta (Službene novine FBiH, br. 2/06, 72/07, 32/08, 4/10, 13/10, 45/10)

- > Plan upravljanja građevinskim otpadom, koji je potrebno izraditi prije izgradnje deponije u skladu sa Zakonom u upravljanju otpadom¹¹, sa posebnim osvrtom na upravljanje opasnim otpadom.
- > Plan upravljanja okolišem i procjena uticaja na društvo tokom korištenja deponije, koji je potrebno izraditi prije početka korištenja deponije i koji, prema potrebi, treba uključivati postojeće operativne procedure preduzeća u okviru Sistema upravljanja kvalitetom¹².

7.2 Faza izgradnje deponije

Monitoring koji se provodi u fazi izgradnje deponije usmjeren je na provođenje sistematskih praćenja u cilju periodičnog mjerenja uspješnosti predloženih mjera za ublažavanje uticaja na okoliš. Za vrijeme faze izgradnje potrebno je naročito obratiti pažnju na sljedeće aspekte monitoringa:

- > buka;
- > kvalitet zraka (emisije i neprijatni mirisi);
- > kvalitet podzemnih voda;
- > kvalitet površinskih voda;
- > sedimentacija i erozija.

Monitoring uticaja u toku izgradnje vršiće se u cilju sprečavanja njenih negativnih posljedica. Takođe će se vršiti monitoring mašina koje se koriste za izvođenje građevinskih radova, a da bi se spriječilo nekontrolirano/slučajno ispuštanje zagađivača u vodu, zrak i zemljište.

Konsultant nije preporučio vršenje laboratorijskih mjerenja ili mjerenja na terenu u sklopu redovnog monitoringa kvaliteta zraka, buke, kvaliteta zemljišta i podzemnih voda, ali je u slučaju pritužbe javnosti provođenje ovih mjerenja potrebno tražiti odmah.

7.3 Faza korištenja deponije

Monitoring u fazi korištenja deponije će omogućiti uvid u uticaje na okoliš i društvo koji mogu biti prisutni i po okončanju njene izgradnje i treba biti usmjeren na ocjenu učinkovitosti mjera za ublažavanje uticaja projekta na okoliš. U tabeli u nastavku naveden je detaljan prikaz zahtjeva za monitoring koji je potrebno provoditi tokom faze korištenja deponije.

11 Zakon o upravljanju otpadom (Službene novine FBiH, br. 33/03, 72/09)

12 Navedeno u odjeljku „Organizacija upravljanja okolišem i procjena uticaja na društvo“ u ovom dokumentu

Tabela 10 Zahtjevi za monitoring zaštite okoliša tokom korištenja deponije

Vrsta uticaja	Vrsta/parametri koji se ispituju	Učestalost ispitivanja	Ispitivanje provodi	Izvještaj dostaviti
Otpadne vode – oticanje površinskih voda	› Redovni monitoring propisan Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine FBiH, br. 101/15 i 01/16, 101/18). Lista osnovnih parametara navedena je u Prilogu 2 Pravilnika (Granične vrijednosti emisije za ispuštanje otpadnih voda) › Za kontrolu kvaliteta voda koje se ispuštaju u površinske vode, potrebno je mjeriti sljedeće parametre: ○ relevantni protok, ○ temperatura, pH vrijednost, ○ boja i miris, ○ sadržaj otopljenog kisika, ○ BPK5, ○ HPK, ○ ukupne suspendirane materije, ○ elektroprovodljivost, ○ talog nakon isparavanja, ○ gubitak pri sagorijevanju, ○ alkalnost, ○ hloridi i sulfati, ○ NH4-N, NO2-N, NO3-N, ukupni azot, ○ ortofosfat i ukupni fosfor, ○ ispitivanje toksičnosti (bioogled sa testnim organizmom <i>Daphnia magna</i> Strauss).	8 puta godišnje (za protok otpadnih voda od oko 100 - 500 m ³ /dan)	Akreditovana i certificovana laboratorija sa kojom je izvođač potpisao podugovor	Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo
Otpadne vode – procjedne vode	› Redovni monitoring propisan Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine FBiH, br. 101/15 i 01/16, 101/18). Lista osnovnih parametara navedena je u Prilogu 2 Pravilnika (Granične vrijednosti emisije za ispuštanje otpadnih voda) › Utvrđivanje opterećenja zagađenjem kao osnove za posebne vodne naknade, u skladu sa Pravilnikom o načinu obračunavanja, postupku i rokovima za obračunavanje i	Redovni monitoring: 8 puta godišnje (za protok otpadnih voda od oko 100 - 500 m³/dan) Utvrđivanje opterećenja zagađenjem: jednom u 2 godine	Akreditovana i certificovana laboratorija sa kojom je izvođač potpisao podugovor	Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo

Vrsta uticaja	Vrsta/parametri koji se ispituju	Učestalost ispitivanja	Ispitivanje provodi	Izveštaj dostaviti
	plaćanje i kontroli izmirivanja obaveza na osnovu opće vodne naknade i posebnih vodnih naknada (Službene novine FBiH, br. 92/07, 46/09, 79/11 i 88/12)			
Površinski vodotok, Lepenički potok	Nije propisano pravnim aktom. Konsultant predlaže provođenje monitoringa odabranih parametara koji pokazuju zagađenje površinskih voda koje uzrokuje deponija: pH vrijednost, HPK, elektroprovodljivost, sulfidi, hloridi, amonijak	Jednom – u fazi prije izgradnje Dva puta – u toku faze izgradnje Dva puta godišnje u fazi korištenja. Provođenje monitoringa potrebno je planirati u sezoni kiša/otapanja snijega, odnosno, u proljeće i jesen u trenutku prije i nakon ispuštanja otpadnih voda	Akreditovana i sertifikovana laboratorija sa kojom je izvođač potpisao podugovor	Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo
Emisije u vazduh	Mjerenje kvaliteta plina u dva testna bunara, mjerenje emisija u vazduh (kvalitet deponijskog plina u bunarima za otplinjavanje). Mjerenja se vrše za sljedeće parametre: › metan (CH₄), › karbon dioksid (CO₂), › kisik (O₂), › H₂S (vodik sulfid), › H₂ (vodik).	Učestalost mjerenja: Svaki šest mjeseci, u cilju provjere kvaliteta deponijskog plina	Ustanova ovlaštena za kontrolu kvaliteta deponijskog plina.	› Fond za zaštitu okoliša FBiH (za naknadu za zaštitu zraka) › Federalno ministarstvo okoliša i turizma (kao dio godišnjeg izvještaja)
Buka	› Mjere se: ekvivalentni nivoi buke za dan i noć › U blizini lokacije deponije nalaze se domaćinstva kojima bi mogla smetati buka za vrijeme izgradnje i korištenja deponije. › Potrebno je vršiti monitoring nivoa buke u pogledu uticaja na zdravlje i sigurnost radnika.	U skladu sa Šemom organizacije gradilišta i Planom upravljanja okolišem i procjenom uticaja na društvo tokom korištenja deponije	Ustanova ovlaštena za mjerenje buke.	Federalno ministarstvo okoliša i turizma (kao dio godišnjeg izvještaja)
Otpad	› Operator otpada je dužan pratiti proizvodnju otpada u fazi izgradnje i korištenja deponije i voditi odgovarajuću evidenciju u skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom (Službene novine FBiH, br. 33/03, 72/09 i 92/17), Pravilnikom o kategorijama otpada sa listama (Službene novine FBiH, br. 9/05), Uredbom o selektivnom prikupljanju, pakovanju i označavanju otpada i drugi propisi o	Dnevno	Izvođač radova – u fazi izgradnje Upravitelj deponije – u fazi korištenja	Federalno ministarstvo okoliša i turizma

Vrsta uticaja	Vrsta/parametri koji se ispituju	Učestalost ispitivanja	Ispitivanje provodi	Izveštaj dostaviti
	upravljanju otpadom (Službene novine FBiH, br. 31/06). › Operator otpada je dužan voditi evidenciju o ukupnim količinama nastalog otpada prema kategorijama (prema šiframa) u skladu sa Pravilnikom o kategorijama otpada sa listama, a naročito za opasni otpad. Evidenciju o otpadu vodi odgovorno lice za upravljanje otpadom, u skladu sa članom 20. Zakona o upravljanju otpadom. Operator otpada imenuje lice odgovorno za upravljanje otpadom.			
Topografija deponije	Struktura i sastav deponije: podaci koji ukazuju na stanje na deponiji: površina pokrivena otpadom, količina i sastav otpada, metode odlaganja, vrijeme i trajanje odlaganja, izračun preostalih kapaciteta deponije. Slijeganje tijela odlagališta.	Godišnje	Upravitelj deponije	Kantonalno Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša

7.4 Zatvaranje i postupci nakon zatvaranja deponije

Monitoring nakon zatvaranja i rekultivacije deponije mora se vršiti sve dok se negativni uticaji po okoliš ne budu smatrali minimalnim. Monitoring se po pravilu vrši duže od 20 godina nakon zatvaranja deponije, a najznačajnije aktivnosti koje obuhvata su:

- > monitoring stvaranja procjednih voda i njihovog kvaliteta
- > monitoring stvaranja deponijskog plina i kvaliteta deponijskog plina
- > monitoring razvoja slijeganja, temperaturnog režima itd.

Kontrola i tretman procjednih voda i emisija deponijskog plina vrše se dok njihova količina i kvalitet ne dostignu nivo prihvatljiv za okoliš.

Appendix A Plan projektnih radova

Appendix B Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode

Tabela 11 Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode – otpadne vode (juli 2018.)

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	2.7.2018.	5.7.2018.	9.7.2018.	12.7.2018.	17.7.2018.	20.7.2018.	24.7.2018.	27.7.2018.	31.7.2018.
Kiša*	L/m ²	/	4,7	0,4	5,3	0,0	9,6	0,0	3,9	1,1	0,0
Protok*	m ³ /day	/	188,0	207,0	167,0	173,0	215,0	218,0	251,0	285,0	261,0
Temperatura vode	°C	30	21,2	25,3	22,2	24,7	26,3	25,2	26,7	25,5	25,7
Protok	m ³ /day	/	193,1	212,4	182,1	168,1	221,5	224,4	298,3	289,7	270,2
pH	/	6,5-9,5	8,47	8,33	8,45	8,39	8,28	8,42	7,95	8,30	8,35
Provodljivost	μS/cm	/	11600	12210	10900	11870	13130	12570	8660	10820	12900
Ukupna otopljenja materija	mg/L	/	6370	7100	6875	7320	6150	7365	6987	5879	7675
Otopljeni kisik	mg/L	/	5,24	4,14	5,21	4,31	4,63	2,49	3,57	3,51	3,40
Hemijska potrošnja kisika (HPK)	mgO ₂ /L	700	2230	2030	860	1045	740	740	1590	1980	2360
Biohemijska potrošnja kisika (BPK)	mgO ₂ /L	250	49	50	60	78	177	153	141	129	186
Amonijak	mgN/L	40	440,6	508,0	751,7	665,0	493,6	413,4	527,5	365,0	422,4
Nitrati	mgN/L	50	24,5	30,8	70,4	76,1	54,2	43,7	62,1	32,6	54,2
Organski azot	mgN/L	/	434,9	385,8	701,9	583,1	572,0	522,2	709,7	440,9	310,8
Nitriti	mgN/L	/	0,59	0,32	0,68	0,75	0,92	1,84	0,87	1,56	1,60
Ukupno azota	mgN/L	100	900,0	925,0	1525,0	1325,0	1120,0	980,0	1300,0	840,0	790,0
Nataložene krute materije	ml/L	10	0,12	0,10	0,15	0,09	0,20	0,12	0,13	0,17	0,14
Ukupna suspendirana materija	mg/L	400	115	73	133	93	70	60	53	148	42
Boja	(Pt Co scale)	/	5193,0	5944,2	5670,0	4875,3	4077,8	5543,7	4978,3	5069,2	5774,9
Mutnoća	NTU	/	43,8	41,8	38,6	38,4	31,4	44,9	53,4	48,6	66,2
Sulfati	mg/L	300	108	161	90	180	75	210	125	200	214

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	2.7.2018.	5.7.2018.	9.7.2018.	12.7.2018.	17.7.2018.	20.7.2018.	24.7.2018.	27.7.2018.	31.7.2018.
Sulfidi	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi	mg/L	250	1524,5	1489,0	1559,9	1453,6	921,8	1559,9	1276,3	1205,4	1240,9
Fenoli	mg/L	10,0	6,2	5,7	4,3	5,1	8,3	6,9	8,2	7,1	4,9
Cijanidi	mg/L	10,0	0,09	0,12	0,21	0,14	0,29	0,13	0,16	0,19	0,31
Ukupno fosfora	mgP/L	5,0	6,37	7,87	8,75	10,0	22,0	14,50	4,75	8,0	10,0
Ortofosfati	mgP/L	/	0,117	0,030	0,090	0,110	0,170	0,140	0,190	0,210	0,160
Masti i ulja	mg/L	100	0,54	0,18	0,24	0,31	0,11	0,13	0,17	0,21	0,12
Željezo-Fe	mg/L	2	2,26	2,08	1,89	3,12	3,98	4,80	3,24	3,80	3,30
Bor-B	mg/l	10	15,45	16,70	15,32	16,20	14,20	17,70	18,31	16,93	19,60
Toksičnost	%	>50 %						7,6			
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,0635	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0,1	0,0125	-	-	-	-	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0,5	0,1987	-	-	-	-	-	-	-	-
Nikl (Ni)	mg/L	0,5	0,1406	-	-	-	-	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	0,2707	-	-	-	-	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0,0725	-	-	-	-	-	-	-	-

* Podaci uzeti iz hidrometeorološke stanice

Od 17.07. BPK5 se određuje u skladu sa BAS EN 1899-1: 2002

Tabela 12 Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode – Ukupno (miješane) ulazne vode (august 2018.)

[illegible]

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	3.8.2018.	7.8.2018.	10.8.2018.	14.8.2018.	17.8.2018.	22.8.2018.	24.8.2018.	28.8.2018.	31.8.2018.
Hloridi	mg/L	250	921,77	1240,85	1205,40	1630,84	1205,40	1559,93	1205,40	1554,60	1310,40
Fenoli	mg/L	10,0	7,6	6,5	7,3	8,1	10,4	11,8	12,3	10,9	11,5
Cijanidi	mg/L	10,0	0,1	0,13	0,18	0,21	0,25	0,19	0,16	0,11	0,19
Ukupno fosfora	mgP/L	5,0	6,25	8,37	12,25	14,0	17,24	10,51	5,15	3,11	8,62
Ortofosfati	mgP/L	/	0,08	0,10	0,14	0,11	0,15	0,13	0,18	0,17	0,12
Masti i ulja	mg/L	100	0,16	0,11	0,19	0,29	0,12	0,15	0,13	0,19	0,17
Željezo-Fe	mg/L	2	2,56	2,88	3,38	3,78	3,23	3,99	3,83	3,96	5,06
Bor-B	mg/l	10	17,3	19,6	17,7	15,6	14,3	19,3	18,7	17,4	18,2
Toksičnost	%	>50 %						7,1			

* Podaci uzeti iz hidrometeorološke stanice

Tabela 13 Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode – Mješoviti uzorak MS1 (septembar 2018.)

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	4.9.2018.	7.9.2018.	11.9.2018.	14.9.2018.	18.9.2018.	21.9.2018.	25.9.2018.	28.9.2018.
Kiša*	L/m ²	/	2,9	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Protok*	m ³ /day	/	250,6	228,6	262,7	268,0	258,9	269,6	248,2	269,8
Temperatura vode	°C	30	26,3	25,5	25,9	25,3	27,1	23,3	26,4	25,2
Protok	m ³ /day	/	249,4	227,8	261,1	266,7	260,5	268,3	245,9	271,2
pH	/	6,5-9,5	7,98	8,36	8,38	8,45	8,28	8,50	8,43	8,39
Provodljivost	μS/cm	/	9180	13500	10130	14100	13620	12875	9870	10470
Ukupna otopljena materija	mg/L	/	6150	6160	5945	6410	5890	7850	7120	6280
Otopljeni kisik	mg/L	/	5,14	2,83	5,11	2,19	2,57	1,99	1,81	2,65
Hemijska potrošnja kisika (HPK)	mgO ₂ /L	700	2100	2550	2380	2430	2360	3140	2740	3300
Biohemijska potrošnja kisika (BPK)	mgO ₂ /L	250	280,7	293,5	268,4	265,3	254,5	282,1	250,3	270,8
Amonijak	mgN/L	40	734,8	714,0	619,0	752,5	589,2	538,1	574,5	656,8
Nitrati	mgN/L	50	26,2	20,2	26,2	28,8	31,2	33,7	22,1	36,6
Organski azot	mgN/L	/	358,4	355,2	343,7	457,8	373,6	347,1	432,3	525,4
Nitriti	mgN/L	/	0,65	0,57	1,11	0,87	0,98	1,14	1,11	1,21
Ukupno azota	mgN/L	100	1120	1090	990	1240	995	920	1030	1220
Nataložene krute materije	ml/L	10	0,12	0,09	0,13	0,08	0,13	0,11	0,10	0,12
Ukupna suspendirana materija	mg/L	400	14	11	29	23	37	34	38	31
Boja	(Pt Co scale)	/	5341,0	6124,4	5180,0	5368,2	4123,5	5123,8	4975,1	5443,7
Mutnoća	NTU	/	49,2	54,1	50,5	51,8	38,2	48,7	53,2	59,4

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	4.9.2018.	7.9.2018.	11.9.2018.	14.9.2018.	18.9.2018.	21.9.2018.	25.9.2018.	28.9.2018.
Sulfati	mg/L	300	185	205	240	215	195	200	255	195
Sulfidi	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi	mg/L	250	984,35	1240,85	1105,40	1630,84	1605,40	1559,93	1105,10	1554,60
Fenoli	mg/L	10,0	7,8	6,9	7,6	8,4	9,2	11,5	12,3	10,5
Cijanidi	mg/L	10,0	0,10	0,12	0,16	0,21	0,25	0,19	0,16	0,11
Ukupno fosfora	mgP/L	5,0	3,75	5,87	3,37	6,80	6,25	3,50	5,15	2,85
Ortofosfati	mgP/L	/	0,09	0,10	0,12	0,11	0,14	0,12	0,17	0,16
Masti i ulja	mg/L	100	0,15	0,12	0,17	0,22	0,12	0,13	0,12	0,18
Željezo-Fe	mg/L	2	4,24	3,21	2,32	4,05	3,12	3,99	3,83	5,18
Bor-B	mg/l	10	16,8	16,2	15,9	15,7	14,1	13,2	17,8	18,2
Toksičnost	%	>50 %						7,9		
* Podaci uzeti iz hidrometeorološke stanice										

Tabela 14 Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja za procjedne vode – Mješoviti uzorak MS1 (oktobar 2018.)

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	2.10.2018.	5.10.2018.	9.10.2018.	12.10.2018.	16.10.2018.	19.10.2018.	23.10.2018.	26.10.2018.	30.10.2018.
Kiša*	L/m ²	/	15,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6
Protok*	m ³ /day	/	297,3	237,1	237,8	239,5	162,2	252,5	277,3	277,2	314,9
Temperatura vode	°C	30	23,2	22,4	26,1	25,3	27,1	23,3	23,4	24,2	22,8
Protok	m ³ /day	/	299,4	237,8	241,1	236,7	160,5	248,3	275,9	276,2	313,5
pH	/	6,5-9,5	8,28	8,41	8,35	8,25	8,34	8,45	8,43	8,36	8,42
Provodljivost	μS/cm	/	13680	14610	12320	14431	13120	17190	14970	13470	15120
Ukupna otopljena kruta materija	mg/L	/	6432	6160	5980	6330	5920	6470	7110	6980	5780
Otopljeni kisik	mg/L	/	4,21	4,83	3,17	2,67	3,37	2,99	3,81	2,95	3,96
Hemijska potrošnja kisika (HPK)	mgO ₂ /L	700	3900	3600	3840	3905	3740	3550	3740	3315	4300
Biohemijska potrošnja kisika (BPK)	mgO ₂ /L	250	260,2	233,4	248,4	255,7	234,2	222,1	252,5	190,8	286,7
Amonijak	mgN/L	40	623,3	635,8	617,0	732,7	694,7	731,0	935,8	765,3	590
Nitrati	mgN/L	50	24,5	28,6	32	27,5	29,8	27,5	25,1	31,6	26,8
Organski azot	mgN/L	/	602,1	615,5	470,8	529,4	469,9	560,8	598,4	542,4	392,59
Nitriti	mgN/L	/	0,14	0,11	0,25	0,37	0,58	0,74	0,66	0,74	0,61
Ukupno azota	mgN/L	100	1250	1280	1120	1290	1195	1320	1560	1340	1010
Nataložene krute materije	ml/L	10	0,12	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,11	0,13	0,1

Parametri	Jedinica	Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem-granica	2.10.2018.	5.10.2018.	9.10.2018.	12.10.2018.	16.10.2018.	19.10.2018.	23.10.2018.	26.10.2018.	30.10.2018.
Ukupna suspendirana materija	mg/L	400	15	12	23	36	38	41	29	32	25
Boja	(Pt Co scale)	/	6123,0	5926,9	5546,4	5712,2	6043,8	5557,3	6448,5	5972,4	5782,7
Mutnoća	NTU	/	50,2	58,3	49,7	59,1	46,6	51,4	60,2	55,7	48,1
Sulfati	mg/L	300	70	105	75	125	205	220	215	190	230
Sulfidi	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi	mg/L	250	1240,85	1630,84	1805,10	1559,93	1554,60	1420,34	1285,87	1210,46	1634,32
Fenoli	mg/L	10,0	7,4	6,2	6,6	7,3	8,1	9,3	10,1	9,2	10,8
Cijanidi	mg/L	10,0	0,11	0,14	0,12	0,18	0,15	0,16	0,14	0,12	0,1
Ukupno fosfora	mgP/L	5,0	3,00	4,87	2,93	3,80	3,25	3,00	3,50	3,25	3,62
Ortofosfati	mgP/L	/	0,116	0,210	0,097	0,243	0,130	0,220	0,121	0,140	0,152
Masti i ulja	mg/L	100	0,13	0,11	0,16	0,21	0,18	0,14	0,16	0,21	0,19
Željezo-Fe	mg/L	2	3,95	4,58	4,23	4,62	4,24	4,12	3,96	4,51	4,58
Bor-B	mg/l	10	16,89	15,61	14,32	15,43	16,76	14,6	16,2	17,4	17,9
Toksičnost	%	>50 %					8,1				
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,0555								
Kadmijum (Cd)	mg/L	0,1	0,0205								
Hrom (Cr)	mg/L	0,5	0,6615								
Nikl (Ni)	mg/L	0,5	0,3077								
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	0,3384								
Cink (Zn)	mg/L	2	0,1901								
* Podaci uzeti iz hidrometeorološke stanice											

TQM

REZULTATI FIZIČKO HEMIJSKOG ISPITIVANJA PROCJEDNIH VODA RCUO SMILJEVIĆI ZA ISPUST "KALOTA"

RESULTS OF PHYSICAL-CHEMICAL TESTING FOR LEACHATE WATER - KALOTA

Tabela. Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizacioni sistem-Ispust Kalota

Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for relese into the sewage

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem/ Limit value for release into canalization system-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018	20.7.2018	24.7.2018	27.7.2018	31.7.2018
Količina padavina/Rainfal* (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4.7	0.4	5.3	0.0	9.6	0.0	3.9	1.1	0.0
Protok/Flow*	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	20.2	24.2	20.8	22.4	25.9	23.1	23.1	23	23.3
Protok/Flow	m ³ /dan	/	98.7	100.1	88.2	74.4	104.1	105.3	122.0	115.4	118.0
pH/pH	/	6,5-9,5	7.68	7.56	7.84	7.59	7.48	7.61	7.56	7.61	7.54
Elektroprovodljivost/Conductivity	µS/cm	/	6630	7113	7240	6720	6840	6630	6210	6620	5413
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	3530	3910	3600	3250	5360	3510	4213	3500	4678
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	5.47	4.87	3.11	4.44	6.44	2.77	2.20	3.57	3.83
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	700	750	830	880	940	310	310	860	500	800
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	250	42.0	46.0	56.0	53.0	153.2	112.1	69.8	58.4	81.7
Amonijak/Ammonia	mgN/L	40	200.2	381.5	506.0	585.9	275.1	453.4	383.6	223.5	261.3
Nitrati/Nitrates	mgN/L	50	2.8	5.3	9.3	11.1	8.9	12.5	13.1	12.3	14.2
Organski azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	294.9	292.04	349.4	285.8	132	93.52	197.4	309.5	326
Nitriti/Nitrite	mgN/L	/	0.10	0.16	0.27	0.13	0.27	0.58	0.89	0.62	0.46
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	100	498	679	865	883	416.2	650	595	546	602
Taložive materije/Settleable solids	ml/L	10	0.02	0.01	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ukupne suspendovane materije/Total suspended matter	mg/L	400	7	5	4	2	13	20	9	17	6
Boja/Color	(Pt Co skala)	/	740.0	857.0	699.0	781.0	802.0	1064.0	956.0	838.0	838.0
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	25.2	35.0	41.0	24.3	27.8	27.5	35.1	42.8	37.5
Sulfati/Sulphates	mg/L	300	31	25	30	80	35	65	95	135	83
Sulfidi/Sulfides	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/Chlorides	mg/L	250	801.2	808.3	1063.6	1368.5	921.8	1063.6	1205.4	1134.5	1085.2
Fenoli/Phenols	mg/L	10.0	1.9	1.5	2.3	3.2	4.8	5.5	5.3	4.2	4.6
Cijanidi/Cyanides	mg/L	10.0	0.04	0.03	0.09	0.10	0.14	0.21	0.16	0.09	0.12
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	5.0	1.875	2.250	5.620	2.250	1.760	2.10	1.375	2.50	2.50
Ortofosfati/Orthophosphates	mgP/L	/	0.035	0.015	0.190	0.110	0.240	0.150	0.100	0.120	0.112
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	100	0.25	0.10	0.14	0.11	0.09	0.21	0.17	0.13	0.09
Željezo/Iron-Fe	mg/L	2	3.04	2.54	2.23	2.79	2.34	4.80	2.57	1.98	3.01
Bor/Boron-B	mg/l	10	10.20	11.90	11.30	12.10	11.70	12.40	13.10	12.60	14.30
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>50 %	-	-	-	-	-	8.7	-	-	-
Bakar (Cu)	mg/L	0.5	0.0267	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0.1	0.0151	-	-	-	-	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0.5	0.1088	-	-	-	-	-	-	-	-
Niki (Ni)	mg/L	0.5	0.0511	-	-	-	-	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0.5	0.1284	-	-	-	-	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0.027	-	-	-	-	-	-	-	-

Napomena: * podaci preuzeti sa hidrometeorološke stanice/The data is taken from hydrometeorological station

BPK5 je rađen manometrijskom metodom po BAS EN ISO 9408:2005, i pošto se u ovom slučaju naša metoda nije pokazala adekvatnom za ovakve tipove procjernih voda, od 17.07. smo prešli na metodu razblaživanja i zasijavanja po BAS EN 1899-1:2002.

Stranica 17

TQM

#NAME?

REZULTATI FIZIČKO HEMIJSKOG ISPITIVANJA PROCJEDNIH VODA RCUO SMILJEVIĆI ZA ISPUST "DUBOKA DRENAŽA"
RESULTS OF PHYSICAL-CHEMICAL TESTING FOR LEACHATE WATER - DEEP DRAINAGE

Tabela. Fizičko-hemijsko ispitivanje procjedne vode upoređeno sa graničnim vrijednostima za ispuštanje u kanalizacioni sistem-ispust Duboka drenaža
Table . Physico-chemical testing for leachate water is compared with the limit values for relese into the sewage

Parametri/Parameters	Jedinica mjere/Unit	MDK/Granična vrijednost za ispuštanje u kanalizacioni sistem/ Limit value for release into canalization sistem-Limit	2.7.2018	5.7.2018	9.7.2018	12.7.2018	17.7.2018	20.7.2018	24.7.2018	27.7.2018	31.7.2018
Količina padavina/Rainfal: * (sumarne padavine u toku dana)	L/m ²	/	4.70	0.40	5.30	0.00	9.60	0.00	3.90	1.10	0.00
Protok/Flow *	m ³ /dan	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Temperatura vode/Water temperature	°C	30	19.2	22.5	19.0	20.0	22.0	23.0	20.0	21.7	20.8
Protok/Flow	m ³ /dan	/	3.1	3.3	3.6	2.9	2.5	2.1	3.9	4.1	2.7
pH/pH	/	6,5-9,5	8.56	8.36	8.57	8.49	8.27	8.42	8.38	8.24	8.28
Elektroprovodljivost/Conductivity	µS/cm	/	6290	5510	4970	5150	5380	5030	6120	5120	5405
Ukupne rastvorene čestice/Total dissolved solids	mg/L	/	2770	3001	2880	3120	4080	2690	3456	2690	4265
Rastvoreni kisik/Dissolved oxygen	mg/L	/	7.88	6.48	7.27	6.85	3.84	4.95	4.40	5.89	5.94
Hemijska potrošnja kisika/COD	mgO ₂ /L	700	490	650	260	590	170	230	350	330	520
Biološka potrošnja kisika/BOD	mgO ₂ /L	250	33.0	30.0	45.0	41.0	137.0	52.5	48.0	61.0	86.3
Amonijak/Ammonia	mgN/L	40	147	132	440	320	325	450	261	92	238
Nitrati/Nitrates	mgN/L	50	2.1	4.2	3.8	5.7	3.2	4.8	7.9	9.3	8.4
Organski azot/Organic nitrogen	mgN/L	/	217.7	313.5	255.8	287.1	56.3	169.9	45.7	185.3	55.3
Nitriti/Nitrite	mgN/L	/	0.12	0.21	0.32	0.19	0.17	0.28	0.39	0.33	0.21
Ukupni nitrogen/Total nitrogen	mgN/L	100	367.1	450.0	700.0	613.0	381.3	625.0	315.0	287.0	302.0
Taložive materije/Settleable solids	ml/L	10	<0,01	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ukupne suspendovane materije/Total suspended matter	mg/L	400	9	21	14	19	10	19	9	2	6
Boja/Color	(Pt Co skala)	/	363.0	345.0	378.0	303.0	310.0	429.0	396.0	490.0	447.0
Mutnoća/Turbidity	NTU	/	7.4	12.6	8.4	6.7	6.0	6.9	8.6	10.8	12.7
Sulfati/Sulphates	mg/L	300	21	30	35	65	43	51	80	74	57
Sulfidi/Sulfides	mg/L	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Hloridi/Chlorides	mg/L	250	829.6	865.1	1003.6	992.7	992.7	921.8	1134.5	921.8	1028.1
Fenoli/Phenols	mg/L	10.0	1.2	1.3	2.5	2.9	3.6	2.6	3.2	1.8	2.1
Cijanidi/Cyanides	mg/L	10.0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ukupni fosfor/Total phosphorus	mgP/L	5.0	1.125	0.750	0.625	0.750	2.592	2.725	0.375	1.00	0.625
Ortofosfati/Orthophosphates	mgP/L	/	0.125	0.094	0.113	0.141	0.052	0.131	0.085	0.099	0.073
Masti i ulja/Fats and oils	mg/L	100	0.31	0.08	0.11	0.13	0.06	0.09	0.15	0.12	0.08
Željezo/Iron -Fe	mg/L	2	0.66	0.56	0.87	1.02	0.55	0.45	0.60	1.12	0.91
Bor/Borron -B	mg/l	10	0.75	1.43	1.12	0.98	1.64	1.48	2.12	2.65	3.02
Akutna toksičnost/Toxicity	%	>50 %	-	-	-	-	-	13.5	-	-	-
Bakar (Cu)	mg/L	0.5	0.0382	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadmijum (Cd)	mg/L	0.1	0.0229	-	-	-	-	-	-	-	-
Hrom (Cr)	mg/L	0.5	0.1022	-	-	-	-	-	-	-	-
Niki (Ni)	mg/L	0.5	0.0024	-	-	-	-	-	-	-	-
Olovo (Pb)	mg/L	0.5	0.0507	-	-	-	-	-	-	-	-
Cink (Zn)	mg/L	2	0.0233	-	-	-	-	-	-	-	-

Napomena: * podaci preuzeti sa hidrometeorološke stanice/The data is taken from hydrometeorological station

BPK5 je rađen manometrijskom metodom po BAS EN ISO 9408:2005, i pošto se u ovom slučaju naša metoda nije pokazala adekvatnom za ovakve tipove procjernih voda, od 17.07. smo prešli na metodu razblaživanja i zasijavanja po BAS EN 1899-1:2002.

Stranica 19

Stranica 20

Appendix C Plan upravljanja okolišem

Aktivnost/problem	Radnja/cilj	Učestalost
Zbijanje otpada	Redovno zbijanje otpada odgovarajućim mašinama da se dostigne maksimalna zapremina, a uticaj na okoliš svede na minimum	Na svaka 2 m visine otpada
Dnevno prekrivanje otpada	Osigurati svakodnevno nanošenje najmanje 5-10 cm odgovarajućeg gornjeg sloja, da bi se spriječilo raznošenje otpada sa lokacije tijela deponije ,prodiranje vode i pojavu štetočina (insekti, glodari itd).	Svakodnevno
Prekrivka	Na površinama koje se dalje neće koristiti za odlaganje otpada, osigurati odgovarajuću prekrivku debljine najmanje 140 cm, da bi se uticaji na životnu sredinu sveli na minimum.	2022. godine za postojeću deponiju 2047. godine za novu sanitarnu deponiju
Vegetacija	Na gornjem sloju zemljišta ponovo zasaditi autohtone biljke i drveće, u skladu sa planiranim prestankom odlaganja otpada.	2022. godine za postojeću deponiju 2047. godine za novu sanitarnu deponiju
Kontrola prašine	Posipati vodom izvor prašine, kao što su interni putevi, ili suhi otpad.	Svakog dana u sušnim periodima
Kontrola štetočina	Vršiti dezinfekciju i deratizaciju, prema potrebi. Osigurati prekrivanje otpada u kratkom roku.	Jednom mjesečno
Kontrola nesavjesnog razbacivanja otpada u okoliš	Svesti na minimum interne i spoljne izvore razbacivanja otpada. Održavati čistoću ograde. Pojačati aktivnosti prekrivanja zemljištem.	Jednom sedmično
Kontrola buke	Smanjiti broj vozila koja su u upotrebi istovremeno, ili skratiti vrijeme njihovog korištenja. Ograničiti radno vrijeme objekata kada se vrši prihvati otpada.	Redovno
Kontrola neprijatnih mirisa	Osigurati da se radovi izvode na što manjoj površini tijela deponije. Osigurati da se otpad odlaže na propisnoj lokaciji i da se poduzimaju odgovarajuće radnje, odnosno, dnevno pokrivanje otpada. Spriječiti akumuliranje procjednih voda.	Redovno
Upravljanje oborinskim vodama	Očistiti sve interne odvođe da bi se uklonio sav preostali otpad i razbacani otpad. Ubrzati zatvaranje/proces ponovnog ozelenjavanja otvorenih područja.	4 puta godišnje
Kontrola deponijskog plina	Održavati sistem za prikupljanje i spaljivanje deponijskog plina	Jednom godišnje
Upravljanje procjednim vodama/osigurati minimalno stvaranje procjednih voda	Osigurati dobru zbijenost i pokrivenost otpada. Ubrzati zatvaranje i ponovno ozelenjavanje finaliziranih površina, čime se ograničava infiltracija. Ograničiti prihvati biorazgradivog otpada. Osigurati održavanje cjelokupne infrastrukture za procjedne vode,	4 puta godišnje

MAJ 2019.
SVJETSKA BANKA

UNAPREĐENJE **SEDAM** **DEPONIIJA ČVRSTOG OTPADA** U BOSNI I HERCEGOVINI

FINALNI IZVJEŠTAJ – ZADATAK 3 – SARAJEVO

BR. PROJEKTA

A110036

BR. DOKUMENTA

007.3-LOC

VERZIJA

1.0

DATUM OBJAVLJIVANJA

8 juni 2019.

OPIS

Finalni izvještaj - zadatak 3

PRIPREMIO/LA

ANMO

PROVJERIO/LA

CASK

ODOBRILO/LA

ANMO

SADRŽAJ

1	Uvod	3
2	Postojeća deponija	3
3	Buduće odlaganje otpada	5
3.1	Projektni koncepti	5
3.1.1	Zatvaranje postojeće deponije	5
3.1.2	Izgradnja nove sanitarne deponije	7
3.2	Procjene troškova	9

1 Uvod

Ovaj **Finalni izvještaj** izradio je COWI A/S zajedno sa Saraj Inženjering d.o.o. u okviru zadatka „Unapređenje sedam deponija čvrstog otpada u BiH – Preliminarna studija izvodljivosti, idejno rješenje i preliminarna analiza uticaja na okolinu i društvo“ koji se realizuje u ime Svjetske banke.

Projekat je trajao od juna 2018. do juna 2019. godine. Sve aktivnosti su provedene sa lokalnim akterima primjenom participatornog pristupa, što je podrazumijevalo detaljnu proceduru pregleda nacrtu projektnih dokumenata, sastanke sa akterima i završne prezentacije.

Ovaj zadatak je imao za cilj pružanje podrške Bosni i Hercegovini (BiH) da poboljša svoju spremnost za implementaciju investicionih projekata u oblasti upravljanja čvrstim otpadom. Preliminarni zadatak je tako podržao izradu studija, kao što je preliminarna studija izvodljivosti za više postojećih odlagališta otpada i izradu idejnih rješenja, kako bi se nakon donošenja odluke o ulaganju u sanaciju i/ili zatvaranje odlagališta otpada moglo pristupiti ubrzanom izradi glavnih projekata i kompletnih procjena uticaja na okolinu i društvo.

Ovim zadatkom obuhvaćeno je sedam (7) odlagališta otpada na više lokacija u BiH, uključujući i preporuke za njihovo zatvaranje, sanaciju i unapređenje radi umanjivanja ili svođenja uticaja na okolinu na minimum i/ili uspostavljanje novih deponijskih kapaciteta. Ovaj izvještaj sumira rezultate studije za lokaciju/zadatak 3. Smanjenje nastanka procjednih voda na Regionalnom centru za upravljanje otpadom Smiljevići, analiza životnog vijeka i procjena postepenog zatvaranja u svrhu minimizacije procjednih voda, Sarajevo

Ovaj finalni izvještaj je sastavni dio paketa u kojem se nalaze sljedeći dokumenti:

- > Izvještaj o trenutnom stanju (podnesen u septembru 2018.)
- > Preliminarna studija izvodljivosti (podnesena u martu 2019.)
- > Idejno rješenje (podneseno u aprilu 2019.)
- > Preliminarna analiza uticaja na okolinu i društvo (podnesena u maju 2019.)

2 Postojeća deponija

Regionalni centar za upravljanje otpadom - Smiljevići (RCUO Smiljevići) nalazi se u općini Novi Grad, Sarajevo. Formirano je u prirodnoj depresiji koja se nalazi oko 3 km od centra grada Sarajevo. Deponija se prostire na prirodnoj kosini, a okružuju ga naselja Buća Potok, Briješće, Smiljevići i Zabrdje. Udaljenost između najbliže stambene zgrade i trenutno aktivne odlagališne ćelije je manja od 500 m.

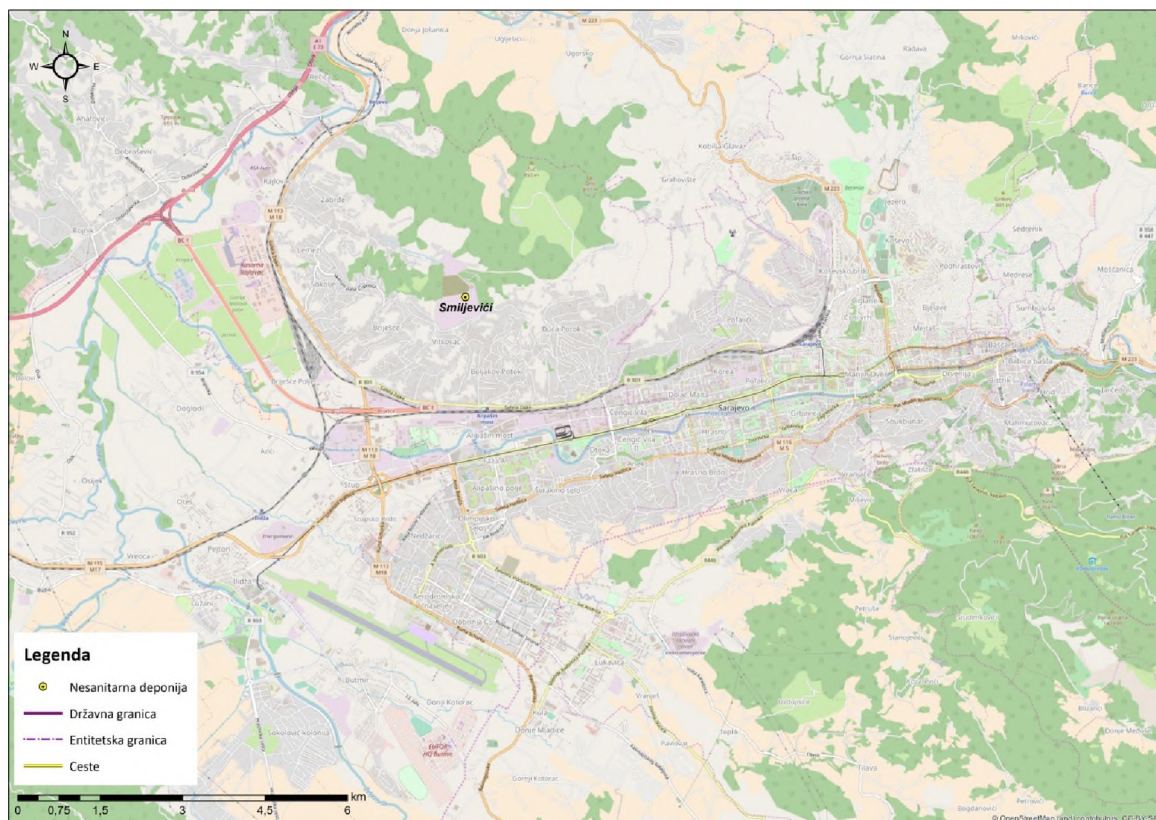
Deponija Smiljevići je najveće regionalnom odlagalištu u Bosni i Hercegovini na kojoj se godišnje odlaže od 200.000 – 250.000 komunalnog otpada. Ukupna ograđena površina deponije iznosi oko 53 ha a oko 50% površine se koristi za odlaganje otpada. Otpad se odlaže na lokalitetu od 1962.

Većina objekata na RCUO Smiljevići smještena je na zaravnjenim površinama, ispod i iznad vrlo strmog prostora za odlaganje, osim sortirnice otpada koja se nalazi uz središnji dio deponije. Zgrade i objekti RCUO Smiljevići sastoje se od ulazne kapije, upravne zgrade, energane na deponijski plin,

sortirnice otpada, reciklažnog dvorišta, deponije inertnog otpada, hidrološke stanice, meteorološke stanice, radionice za održavanje vozila, kolske vage, praonice vozila, postrojenja za tretman procjernih voda i drugih objekata. RCUO Smiljevići je ograđen betonskom ogradom koja je visoka 2,5 metra i duga 5.000 metara. U krugu RCUO-a koriste se asfaltirani i neasfaltirani servisni putevi.

Deponija Smiljevići trenutno ne ispunjava osnovne tehničke uslove za ograničavanje negativnih uticaja na okoliš deponije jersistem za sakupljanje plinova i energana na plin nisu u funkciji zbog oštećenja. Postrojenje za tretman procjernih voda također nije u funkciji.

Slika 1 Lokacija Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići i okruženje



Slika 2 Smiljevići RWM – trenutno stanje



3 Buduće odlaganje otpada

3.1 Projektni koncepti

3.1.1 Zatvaranje postojeće deponije

Opšti podaci

Osnovni zahtjevi za zatvaranje otvorene deponije obuhvataju izvođenje zemljane prekrivke, ozelenjavanje, sistem za kontrolu drenaže, sisteme za procjedne vode i gas, sisteme za monitoring i program rada i održavanja. Zatvaranje deponije obično iziskuje ublažavanje nagiba deponije, prekrivanje deponije nepropusnim slojem, izvođenje sistema za prikupljanje procjednih voda (i eventualno sistema za tretman procjednih voda), instaliranje sistema za prikupljanje deponijskog gasa (i spaljivanje ako se radi o značajnim količinama i kvaliteti deponijskog gasa) i estetsko uređenje zatvorene deponije.

Prekrivanje

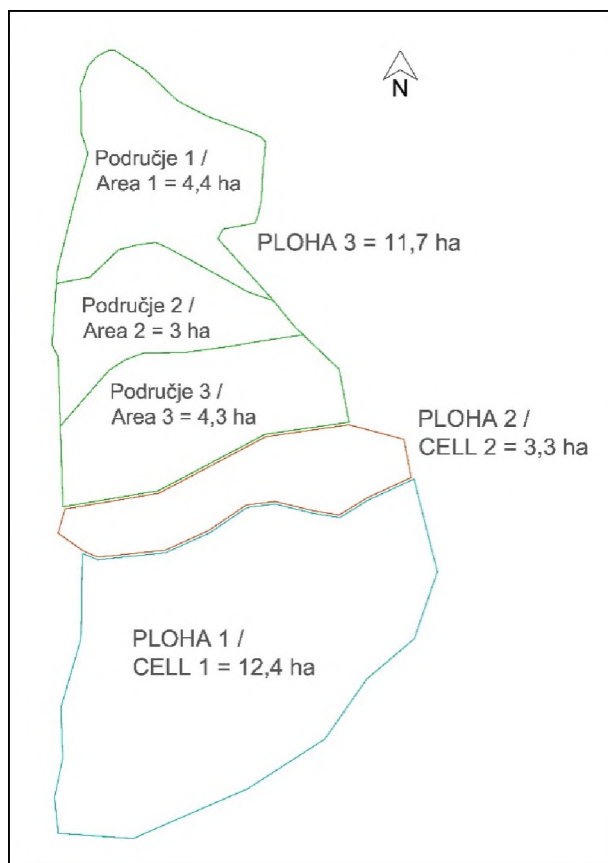
Jedna od aktivnosti koja bi se trebala obaviti na deponiji Smiljevići je postavljanje gornjeg brtvenog sloja na starijem dijelu deponije koji je dostigao predviđene visine i više se neće koristiti za odlaganje otpada. Postavljanjem gornjeg brtvenog sloja na dijelu deponije će se postići sljedeći ciljevi.

- > Minimizirati prodiranje vode u deponiju, čime se smanjuje količina nastalih procjednih voda;
- > Minimizirati migracije plina iz deponije i usmjeriti ga prema objektima za prikupljanje i iskorištenje plina, ako je potrebno;
- > Kontrolisati neugodne mirise nastale na deponiji; i,
- > Spriječiti pristup čvrstom otpadu divljim životinjama.

Gornji brtveni sistem obično uključuje brojne komponente koje su odabrane da bi se ispunili gore navedeni ciljevi. Osnovna funkcija gornjeg brtvenog sistema je da se minimizira prodirenje vode u otpad i time smanji količina nastalih procjednih voda. Četiri opcije prekrivanja deponije su uzete u razmatranje (vidi sliku u nastavku):

1. Prekrivanje područja 1 i 2 (ukupno 7,3 ha) vodonepropusnim slojem i područja 3 (4,3 ha) polupropusnim slojem.
2. Prekrivanje područja 1 (4,4 ha) vodonepropusnim slojem, a područja 2 i 3 (ukupno 7,3 ha) polupropusnim slojem.
3. Prekrivanje područja 1, područja 2 i područja 3 (ukupno 11,7 ha) vodonepropusnim gornjim slojem.
4. Prekrivanje područja 1, 2 i 3 polupropusnim gornjim slojem.

Slika 1 Šematski prikaz ploha i područja



Upravljanje procjednim vodama

Da bi se procijenio uticaj aktivnosti postavljanja gornjeg brtvenog sloja na stvaranje procjednih voda, stvaranje procjednih voda je modelirano na osnovu raspoloživih klimatskih podataka, svojstava deponije i mjerenih količina procjednih voda. Primjena bilo kojeg modela procjednih voda je veoma otežana zbog složenosti lokacije, mehanizma stvaranja procjednih voda i različitih sistema drenaže koji prikupljaju procjedne vode. Jedna od tih poteškoća je da je cijela deponija izgrađena na postojećem otpadu. Još jedna neizvjesnost je veličina slivnog područja koje doprinosi stvaranju površinskih i podzemnih voda. Pošto lokacija nije u potpunosti prekrivena donjim brtvenim slojem i tako odvojena od susjednog područja, postoji vjerovatnoća uticaja podzemne vode koja se drenira iz okolnog područja, a ne samo iz deponije/deponovanog materijala.

Model koristi jednačinu vodnog bilansa i izračunava količinu procjednih voda na osnovu površine deponije, stope odlaganja otpada i starosti odloženog otpada, prosječne količine oborina, isparavanja, površinskog otjecanja, vrste gornjeg brtvenog sloja, itd. U model se može uključiti i recirkulacija, dodatni izvori vode i lako se prilagođava specifičnostima deponije.

Stope smanjenja procjednih voda i korišteni koeficijenti oticanja za različite modelirane scenarije prikazani su u tabeli ispod.

Tabela 1 Smanjenje procjernih voda iz plohe 3 za različite opcije zatvaranja

Scenario	Nastajanje procjerne vode- ploha 3 (l/s)	Koeficijent oticanja	Smanjenje procjernih voda na plohi 3 l/s	Smanjenje procjernih na plohi 3 voda %	Smanjenje procjernih voda na plohi 1, 2 i 3a %	Smanjenje procjernih voda na ploham 2 i 3 %
Postojeća situacija	0,90	0,40	0,00	0	-	-
Opcija 1	0,11	0,85	0,79	88	23	55
Opcija 2	0,24	0,75	0,66	73	19	46
Opcija 3	0,00	1,00	0,90	100	26	63
Opcija 4	0,48	0,60	0,42	12	12	29

Sistem za prikupljanje gasa

Procesom razgradnje otpada na odlagalištu stvara se metan, ugljen dioksid i drugi plinovi koji mogu ugroziti sigurnost na deponiji, zdravlje ljudi i narušiti okoliš. Stvaranje deponijskog plina može da traje desetinama godina nakon što se završi sa odlaganjem otpada. Stoga je potrebno razmotriti opcije za kontrolisanje i proizvodnju plina i, ako se to pokaže neophodnim, izraditi strategije za upravljanje plinom za period tokom i nakon zatvaranja deponije.

3.1.2 Izgradnja nove sanitarne deponije

Opšti podaci

Buduće odlaganje otpada na deponiji Regionalnog centra za upravljanje otpadom Smiljevići će se nastaviti kao što je već planirano prema gore (prema jugu) do visine postojećeg platoa na kojem se nalaze administrativni i drugi objekti (oko 670,50 m nadmorske visine).

Takav razvoj deponije planiran je u Glavnom projektu deponije¹. Glavni projekat je ažuriran u Studiji o geomehantičkoj stabilnosti², gdje su analizirane faze daljnjeg odlaganja otpada na postojećoj deponiji, uzimajući u obzir mogućnost proširenja planirane deponije u gornjem dijelu (od postojećeg centralnog platoa do gornjeg platoa). Proširenje deponije se razmatra u dvije faze. Prva faza se sastoji od dva dijela koji uključuju punjenje postojeće doline, kao i odlaganje otpada u nagibu od 1 vertikalno do 2 horizontalno (1: 2) do postojeće prve berme. Druga faza podrazumijeva odlaganje otpada u nagibu 1:3 sve do postojećeg gornjeg platoa. U cilju povećanja kapaciteta predloženi su nasipi gline kao zaštita kosina.

Predloženo rešenje za dalju izgradnju deponije zasniva se na gore pomenutim projektima, ali uz neke promjene. Zadržana je osnovna ideja za daljnje širenje u smislu područja koje će deponija pokrivati. Predloženo rješenje se sastoji od izgradnje vodonepropusnog geosintetičkog donjeg brtvenog sloja, izgradnje sistema za drenažu procjernih voda, vertikalnih bunara za otplinjavanje, završnog gornjeg brtvenog sloja, bunara za sakupljanje procjernih voda, kanala za oticanje površinskih voda i drugih pratećih objekata i postrojenja. Preporučeni nagibi deponije nisu strmiji od 1:3 zbog stabilnosti i mogućeg rizika od erozije na kosinama strmijim od navedenih. Kosina deponije je podijeljena na dionicu od najviše 10 metara u visinu sa bermama širine 10 metara

¹ Glavni projekat: Pretvaranje odlagališta u Smiljevićima u sanitarnu deponiju, HIS, Zagreb, 1998

² Studija o stabilnosti tijela deponije sa pregledom mogućnosti proširenja deponije u Regionalnom centru za upravljanje otpadom Sarajevo, GeoAVAS, Sarajevo, 2017

Estimated lifespan of the landfill cell

Životni vijek plohe deponije procjenjuje se na temelju podataka o procijenjenom miješanom komunalnom otpadu koji bi se trebao odlagati na deponiju u narednom vremenskom periodu. Pretpostavlja se da je otpad zbijen kako bi se postigla gustoća od $1,0 \text{ t/m}^3$, te da je zapremina inertnog materijala za dnevno pokrivanje otpada 5% od zapremine otpada

Kapacitet preostalog "zračnog prostora" na postojećoj lokaciji (preostala zapremina za odlaganje otpada se procjenjuje na oko 1.600.000 m³) dovoljan je za oko 6-7 godina odlaganja. (cca do 2026. godine). Područje koje bi trebalo pokriti novim donjim brtvenim slojem je oko 11,6 ha, a ukupna površina je oko 14,6 ha (oko 3 ha je područje deponije koje se preklapa sa postojećim aktivnim područjem deponije).

Sistem za prikupljanje gasa

Nova aktivna odlagališna ćelija bit će izgrađena na vrhu postojećeg otpada, tako da je potrebno izgraditi dva odvojena sistema za prikupljanje plina. Vertikalne plinske bušotine već su instalirane na postojećem odlagalištu. U procesu izrade donjeg brtvenog sloja za aktivnu ćeliju deponije predlaže se ugradnja novog horizontalnog sistema odvodnje plina. Postojeći vertikalni bunari za otplinjavanje neće prolaziti kroz slojeve završne prekrivke, čime će se eliminisati mogućnost prodiranja vode na ovim mjestima u slučaju vodonepropusne završne prekrivke. Glave bunara će se razmontirati, a cijevi prerezati na nivou terena koji je pripremljen za polaganje drenažnog sloja kako bi se plin prikupljen u postojećim vertikalnim bunarima transportovao do ovog sloja. U drenažnom sloju će se položiti horizontalne drenažne cijevi na udaljenosti od oko 30 m.

Plin će se pomoću ovih cijevi prikupiti iz drenažnog sloja plina i provesti do bočnih strana deponije, gdje će izaći iz završne prekrivke. Na kraju plinskih cijevi će se postaviti glava bunara. To će omogućiti upravitelju deponije da mjeri količinu i kvalitet komponenti plina. Glave bunara će biti povezane sa glavnom transportnom cijevi koja plin provodi do baklje ili generatora električne energije. U zavisnosti od količine i kvaliteta plina koji se prikuplja horizontalnim bunarima za otplinjavanje može se izabrati odgovarajuća opcija za kontrolu plina, pasivna ventilacija, spaljivanje ili proizvodnja električne energije

Drugi sistem za prikupljanja plina iz ovog područja gradit će se paralelno s aktivnostima odlaganja otpada na odlagalištima. Predlaže se da se vertikalni plinski bunari izrađuju na novom donjem brtvenom sloju. Na vrhu plinskih bušotina bit će postavljena glava bušotine. To će omogućiti operatoru odlagališta da izmjeri količinu i kvalitetu komponenata plina. Glave bušotina bit će spojene na cijev za dovod plina koja prenosi plin prema baklji ili generatoru struje. Ovisno o količini i kvaliteti plina prikupljenog vertikalnim sistemom plinskih bušotina, može se odabrati odgovarajuća opcija za kontrolu plina, proizvodnja električne energije, spaljivanje ili pasivno odzračivanje. Na temelju prognoze proizvodnje plina, smatra se da će biti dovoljno plina za iskorištenje na postojećem generatoru električne energije.

Upravljanje procjednim vodama

Tretman procjednih voda Plohe 2 – Faza II deponije Smiljevići – predlaže se recirkulacioni postupak koji se sastoji u povratnom dovođenju skupljene procjedne vode nazad na tijelo deponije. Ovim rješenjem predviđa se izgradnja sabirnog bazena (lagune), koji služi za taloženje suspendovanih materija procjednih voda iz tijela deponije (filtrata). Bazen se dimenzionira na vrijeme zadržavanja filtrata od 15 do 30 dana, a prebacivanja filtrata na tijelo deponije će se vršiti putem fiksne ili pokretne muljne pumpe.

3.2 Procjene troškova

Item	EUR	KM
Zatvaranje deponije – Opcija 1	2.69.3000	5.386.000
Zatvaranje deponije – Opcija 2	2.228.000	4.456.000
Zatvaranje deponije – Opcija 3	3.359.500	6.719.000
Zatvaranje deponije – Opcija 4	1.546.000	3.092.000
Izgradnja nove odlagališne ćelije	281.000	563.000
Ukupni troškovi investicije	10.107.500	20.216.000