

## **TEHNIČKO – TEHNOLOŠKO RJEŠENJE** **postojećeg postrojenja odlagališta otpada** **Prudinec/Jakuševac**



Zagreb, travanj 2014.





**ZAHVAT:** Tehničko tehnološko rješenje postojećeg postrojenja odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac

**NOSITELJ ZAHVATA:** Zagrebački Holding d.o.o. – Podružnica ZGOS

**IZRAĐIVAČ TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA:** ECOINA d.o.o.

**VODITELJ IZRADE:** Mirko Budiša, dipl.ing.kem.tehn. 

**POPIS AUTORA I SURADNIKA:**

Mirko Budiša, dipl.ing.kem.tehn.   
Sonja Burela, dipl.ing.kem.tehn.   
Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.   
Lucija Končurat, mag.ing.oecoing. 

**Vanjski suradnici:**

Zagrebački Holding d.o.o. –  
Podružnica ZGOS

Marija Novosel, dipl.ing.

ECOINA za zaštitu okoliša d.o.o.

Direktor:



Jurica Mikulić, dipl.ing.

**RJEŠENJE MINISTARSTVA ZAŠTITE OKOLIŠA I PRIRODE ZA OBAVLJANJE STRUČNIH  
POSLOVA ZAŠTITE OKOLIŠA**



**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA**  
**I PRIRODE**

10000 Zagreb, Ulica Republike Austrije 14  
Tel: 01/ 3717 111 fax: 01/ 3717 149

KLASA: UP/I 351-02/13-08/101  
URBROJ: 517-06-2-2-2-13-2  
Zagreb, 3. studenog 2013.

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode na temelju odredbe članka 40. stavka 2. i u svezi s odredbom članka 269. Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“, broj 80/13) te članka 22. stavka 1. Pravilnika o uvjetima za izdavanje suglasnosti pravnim osobama za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša („Narodne novine“, broj 57/10), povodom zahtjeva tvrtke ECOINA d.o.o., SR Njemačke 10, Zagreb, zastupane po osobi ovlaštenoj za zastupanje sukladno zakonu, radi izdavanja suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša, donosi

**R J E Š E N J E**

- I. Tvrtki ECOINA d.o.o., SR Njemačke 10, Zagreb, daje se suglasnost za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša:
1. Izrada studija o značajnom utjecaju strategije, plana ili programa na okoliš (u daljnjem tekstu: strateška studija) uključujući i dokumentaciju potrebnu za ocjenu o potrebi strateške procjene te dokumentaciju za određivanje sadržaja strateške studije;
  2. Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš, uključujući i dokumentaciju za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš te dokumentacije za određivanje sadržaja studije o utjecaju na okoliš;
  3. Izrada dokumentacije vezano za postupak izdavanja okolišne dozvole uključujući izradu Temeljnog izvješća;
  4. Izrada programa zaštite okoliša;
  5. Izrada izvješća o stanju okoliša;
  6. Izrada izvješća o sigurnosti;
  7. Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš;
  8. Izrada sanacijskih elaborata, programa i sanacijskih izvješća;
  9. Procjena šteta nastalih u okolišu uključujući i prijeteće opasnosti;
  10. Obavljanje stručnih poslova za potrebe Registra onečišćavanja okoliša;
  11. Izrada podloga za ishodenje znaka zaštite okoliša »Prijatelj okoliša«.
- II. Suglasnost iz točke I. ove izreke prestaje važiti u roku od godine dana od dana stupanja na snagu propisa iz članka 40. stavka 12. Zakona o zaštiti okoliša.

- III. Ovo rješenje upisuje se u očevidnik izdanih suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša koji vodi Ministarstvo zaštite okoliša i prirode.
- IV. Uz ovo rješenje prileži popis zaposlenika ovlaštenika: voditelja stručnih poslova u zaštiti okoliša i stručnjaka slijedom kojih su ispunjeni propisani uvjeti glede zaposlenih stručnjaka za izdavanje suglasnosti iz točke I. ove izreke.

### O b r a z l o ž e n j e

ECOINA d.o.o., SR Njemačke 10, Zagreb (u daljnjem tekstu: ovlaštenik) podnio je 25. rujna 2013. ovom Ministarstvu zahtjev za izdavanje suglasnosti za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša: Izrada studija o značajnom utjecaju strategije, plana ili programa na okoliš (u daljnjem tekstu: strateška studija) uključujući i dokumentaciju potrebnu za ocjenu o potrebi strateške procjene te dokumentaciju za određivanje sadržaja strateške studije; Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš, uključujući i dokumentaciju za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš te dokumentacije za određivanje sadržaja studije o utjecaju na okoliš; Izrada dokumentacije vezano za postupak izdavanja okolišne dozvole uključujući izradu Temeljnog izvješća; Izrada programa zaštite okoliša; Izrada izvješća o stanju okoliša; Izrada izvješća o sigurnosti; Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš; Izrada sanacijskih elaborata, programa i sanacijskih izvješća; Procjena šteta nastalih u okolišu uključujući i prijeteće opasnosti; Obavljanje stručnih poslova za potrebe Registra onečišćavanja okoliša; Izrada podloga za ishođenje znaka zaštite okoliša »Prijatelj okoliša«.

Ovlaštenik je uz zahtjev za izdavanje suglasnosti priložio odgovarajuće dokaze prema zahtjevima propisanim odredbama članka 5. i 20. Pravilnika o uvjetima za izdavanje suglasnosti pravnim osobama za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša (u daljnjem tekstu: Pravilnik), koji je donesen temeljem Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“, broj 110/07), a odgovarajuće se primjenjuje u predmetnom postupku slijedom odredbe članka 271. stavka 2. točke 21. Zakona o zaštiti okoliša („Narodne novine“, broj 80/13) kojom je ostavljen na snazi u dijelu u kojem nije suprotan tom Zakonu.

Ovlaštenik je naveo činjenice i podnio dokaze na podlozi kojih se moglo utvrditi pravo stanje stvari a također i iz razloga jer su sve činjenice bitne za donošenje odluke o zahtjevu ovlaštenika poznate ovom tijelu (ovlaštenik je za iste poslove ovlašten prema ranije važećem Zakonu o zaštiti okoliša rješenjima ovoga Ministarstva: KLASA: UP/I 351-02/10-08/150, URBROJ: 531-14-1-1-06-10-2 od 2. studenog 2010.; KLASA: UP/I 351-02/10-08/198, URBROJ: 531-14-1-1-06-10-2 od 3. studenog 2010.; KLASA: UP/I 351-02/10-08/199, URBROJ: 531-14-1-1-06-10-2 od 15. studenog 2010.; KLASA: UP/I 351-02/10-08/190, URBROJ: 531-14-1-1-06-10-2 od 1. prosinca 2010. i KLASA: UP/I 351-02/11-08/51, URBROJ: 531-14-1-1-06-11-2 od 7. travnja 2011.).

U postupku je obavljen uvid u zahtjev i priloženu dokumentaciju te je utvrđeno da su ispunjeni svi propisani uvjeti i da je zahtjev osnovan.

Slijedom naprijed navedenog, zbog odgovarajuće primjene Pravilnika, ovu suglasnost potrebno je uskladiti s odredbama propisa iz članka 40. stavka 3. Zakona o zaštiti okoliša, nakon njegova donošenja. Stoga se suglasnost izdaje s rokom važnosti kako stoji u točki II. izreke ovoga rješenja. Točka III. izreke ovoga rješenja utemeljena je na odredbi članka 40. stavka 9. Zakona o zaštiti okoliša. Točka IV. izreke ovoga rješenja temelji se na naprijed izloženim utvrđenom činjeničnom stanju.

Temeljem svega naprijed navedenoga valjalo je riješiti kao u izreci ovoga rješenja.

#### UPUTA O PRAVNOM LIJEKU:

Ovo rješenje je izvršno u upravnom postupku i protiv njega se ne može izjaviti žalba, ali se može pokrenuti upravni spor. Upravni spor pokreće se tužbom Upravnom sudu u Zagrebu, Avenija Dubrovnik 6 i 8, u roku 30 dana od dana dostave ovog rješenja. Tužba se predaje navedenom upravnom sudu neposredno u pisanom obliku, usmeno na zapisnik ili se šalje poštom, odnosno dostavlja elektronički.

Upravna pristojba za zahtjev i ovo Rješenje propisno je naplaćena državnim biljezima u ukupnom iznosu od 70,00 kuna prema Tar. br. 1. i 2. Tarife upravnih pristojbi, Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine“, brojevi 8/96, 77/96, 95/97, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 30/00, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 25/08, 60/08, 20/10, 69/10, 49/11, 126/11, 112/12 i 19/13).

Privitak: Popis zaposlenika kao u točki IV. izreke rješenja.



NAČELNIK SEKTORA

Domagoj Stjepan Krnjak, prof.biol.

Dostaviti:

1. ECOINA d.o.o., SR Njemačke 10, Zagreb, **R s povratnicom!**
2. Uprava za inspekcijske poslove, ovdje
3. Očevidnik, ovdje
4. Spis predmeta, ovdje

**P O P I S**

**zaposlenika ovlaštenika: ECOINA d.o.o., SR Njemačke 10, Zagreb, slijedom kojih je ovlaštenik ispunio propisane uvjete za izdavanje suglasnosti  
za obavljanje stručnih poslova zaštite okoliša sukladno rješenju Ministarstva  
KLASA: UP/I 351-02/13-08/101; URBROJ: 517-06-2-2-13-2 od 3. studenog 2013.**

<i>STRUČNI POSLOVI ZAŠTITE OKOLIŠA</i>		<i>VODITELJI STRUČNIH POSLOVA</i>	<i>ZAPOSLENI STRUČNJACI</i>
1. Izrada studija o značajnom utjecaju strategije, plana ili programa na okoliš (u daljnjem tekstu: strateška studija) uključujući i dokumentaciju potrebnu za ocjenu o potrebi strateške procjene te dokumentaciju za određivanje sadržaja strateške studije	X	Sonja Burela, dipl.ing.kem.tehn.; Mirko Budiša, dipl.ing.kem.tehn.; Hrvoje Majhen, dipl.ing.bioteh.; Kolja Mikulić, dipl.ing.stroj.; dr.sc. Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol.; Margareta Šeparović, dipl.ing.biol.	Karla Bučar, dipl.ing.građ.; Iva Peček, dipl.in.građ.; Dražen Gal, dipl.ing.geoteh.; Blaženka Vulinović, dipl.oec.
2. Izrada studija o utjecaju zahvata na okoliš, uključujući i dokumentaciju za provedbu postupka ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš te dokumentacije za određivanje sadržaja studije o utjecaju na okoliš	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 1.
3. Izrada dokumentacije vezano za postupak izdavanja okolišne dozvole uključujući izradu Temelnog izvješća	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	Iva Peček, dipl.in.građ.; Dražen Gal, dipl.ing.geoteh.
4. Izrada programa zaštite okoliša	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 1.
5. Izrada izvješća o stanju okoliša	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 1.
6. Izrada izvješća o sigurnosti	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 3.
7. Izrada elaborata o zaštiti okoliša koji se odnose na zahvate za koje nije propisana obveza procjene utjecaja na okoliš	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 1.
8. Izrada sanacijskih elaborata, programa i sanacijskih izvješća	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 1.
9. Procjena šteta nastalih u okolišu uključujući i prijeteće opasnosti	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 3.
10. Obavljanje stručnih poslova za potrebe Registra onečišćavanja okoliša	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 1.
11. Izrada podloga za ishođenje znaka zaštite okoliša »Prijatelj okoliša«.	X	voditelji navedeni pod točkom 1.	stručnjaci navedeni pod točkom 1.

**SADRŽAJ**

<b>1.</b>	<b>Opće tehničke, proizvodne i radne karakteristike postrojenja .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Plan s prikazom lokacije zahvata s obuhvatom cijelog postrojenja (situacija) .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Opis postrojenja .....</b>	<b>8</b>
3.1.	Glavne tehnološke jedinice .....	9
3.2.	Prostori za skladištenje i privremeno skladištenje sirovina i ostalih tvari .....	22
3.3.	Ostale tehnički povezane aktivnosti.....	23
3.4.	Godišnje količine otpada koje se odlažu na odlagalištu (podaci za 2012.) .....	25
<b>4.</b>	<b>Blok dijagram postrojenja prema posebnim tehnološkim dijelovima .....</b>	<b>27</b>
<b>5.</b>	<b>Procesni dijagram toka .....</b>	<b>28</b>
<b>6.</b>	<b>Procesna dokumentacija postrojenja .....</b>	<b>29</b>
<b>7.</b>	<b>Ostala relevantna dokumentacija.....</b>	<b>30</b>



## Uvod

U skladu sa zahtjevima Zakona o zaštiti okoliša ("Narodne novine", broj 110/07), i Uredbe o postupku utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša ("Narodne novine", broj 114/08), Zagrebački holding d.o.o. – podružnica ZGOS pokrenuo je postupak ishoda objedinjenih uvjeta zaštite okoliša.

Tehničko –tehnološko rješenje za predmetni zahvat se prema odredbama članka 85. Zakona o zaštiti okoliša, obvezno prilaže u Zahtjevu za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša, koji se ocjenjuje pred nadležnim Ministarstvom zaštite okoliša i prirode.

Unutar ograde odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac lokacijski se nalaze i objekti koji nisu pod upravljanjem ZGOS-a (postrojenje za reciklažu građevnog otpada i biokompostana):

- **Postrojenje za reciklažu građevnog otpada (RGO)** - u potpunosti funkcionira kao zasebni, samostalni objekt za gospodarenje otpadom. Ima vlasiti ulaz na lokaciju na zapadnoj strani odlagališta. Upravljanje postrojenjem za RGO obavlja tvrtka ZGH d.o.o., Podružnica Zagrebačke ceste koja je ishodila dozvolu za obavljanje djelatnosti skupljanja, skladištenja i oporabe razvrstanog građevnog otpada. Međusobni odnosi između Podružnica ZGOS i ZG ceste su riješeni odlukom predsjednika uprave ZGH.
- **Biokompostana** - u potpunosti funkcionira kao zasebni, samostalni objekt za gospodarenje otpadom. Upravljanje kompostanom obavlja tvrtka ZGH d.o.o., Podružnica Zrinjevac koja je ishodila dozvolu za uporabu biorazgradivog otpada u kompostani unutar odlagališta Prudinec/Jakuševac. Međusobni odnosi između Podružnica ZGOS i Zrinjevac su sporazumno riješeni.

S obzirom da se radi o zasebnim operaterima, navedena postrojenja u ovom Tehničko-tehnološkom rješenju nisu opisana jer ista ne mogu biti sastavni dio Rješenja o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša za odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac.

## 1. Opće tehničke, proizvodne i radne karakteristike postrojenja

Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac počelo se formirati 1965. godine kao “divlje” gradsko odlagalište na nepripremljenom zemljištu u plitkim šljunčarama i rukavcima, na riječnom aluviju uz desnu obalu rijeke Save. Na taj je način nastalo neuređeno odlagalište na površini većoj od 80 ha u neposrednoj blizini stambenih naselja grada Zagreba, udaljeno svega oko 5 km od samog središta grada. Tridesetak godina se bez ikakvog nadzora (nadzor je započeo sredinom 90-tih godina) na odlagalište bacao komunalni, tehnološki, a vjerojatno i opasni otpad.

Gradsko poglavarstvo je početkom 1990. godine pokrenulo izradu Idejnog rješenja uređenja i zatvaranja odlagališta Prudinec/Jakuševac kojim se započelo 1995. godine saniranjem prve plohe. Cjelokupna sanacija dovršena je 2003. godine kada su izgrađene 4 plohe te je odlagalište pretvoreno u kontrolirano odlagalište I. kategorije. Nakon završene sanacije planiran je prihvat novog otpada i njegovo odlaganje na sanacijom pripremljenu površinu odlukom grada Zagreba do 2010. godine. Međutim s obzirom da Centar za gospodarenje otpadom još uvijek nije izgrađen predložen je novi datum zatvaranja odlagališta: 31.12.2018. Nakon popunjavanja otpadom novih ploha predviđa se zatvaranje, konačno prekrivanje i prenamjena odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac.

Ukupan kapacitet odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac iznosi 15,12 milijuna m<sup>3</sup> otpada. Sakupljanje i dovoz otpada na odlagalište provodi Zagrebački Holding d.o.o. – podružnica Čistoća dok radom odlagališta upravlja Zagrebački Holding d.o.o. – podružnica ZGOS. Na odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac dovozi se neopasni otpad s područja grada Zagreba i okolice.

## 2. Plan s prikazom lokacije zahvata s obuhvatom cijelog postrojenja (situacija)



### 3. Opis postrojenja

Odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac obuhvaća sljedeće cjeline:

- **Ulazno – izlazna zona** - na ulazu na odlagalište provodi se vaganje vozila s otpadom, pregled dokumentacije o otpadu te vizualna kontrola dovezenog otpada.
- **Zona za privremeno skladištenje** – obuhvaća plato za međuodlaganje metalnog otpada i istrošenih guma.
- **Sustav za prikupljanje i gospodarenje odlagališnim plinom** – obuhvaća plinsko-crpnu u okviru koje se gospodari odlagališnim plinom, tj. proizvodi se električna i toplinska energije. Sustav za prikupljanje odlagališnog plina obuhvaća aktivno otplinjavanje odlagališta koje se sastoji od plinskih zdenaca, kondenznih lonaca i plinovodne mreže do plinske stanice s opremom.
- **Zona za odlaganje otpada** - odlagalište neopasnog otpada sastoji se od 6 ploha za odlaganje otpada ukupnog kapaciteta 15.12 mil m<sup>3</sup> i površine 46,35 ha. Trenutno se otpad odlaže na dijelu 5. plohe.
- **Sustav za prikupljanje i obradu otpadnih voda** - obuhvaća sustav za odvojeno prikupljanje i obradu procjednih voda, sustav za odvojeno prikupljanje sanitarne otpadne vode, sustav za odvojeno prikupljanje oborinske vode, sustav za odvojeno prikupljanje i obradu zauljenih oborinskih i otpadnih voda s manipulativnih površina, sustav za odvojeno prikupljanje tehnoloških otpadnih voda iz perilišta kotača.
- **Upravna zgrada** – konetjnerski objekti korišteni za potrebe djelatnika i rada odlagališta.

### 3.1. Glavne tehnološke jedinice

#### ULAZNO – IZLAZNA ZONA

Ulazno-izlazna zona je prostor s portom smješten na rubnom sjeverozapadnom dijelu odlagališta (ulaz sa Sajmišne ceste). Na ulazu se nalaze 3 elektroničke mosne vage. Vozila s otpadom se važu prilikom ulaza i izlaza te se u računalu evidentiraju potrebni podaci. Uz to se obavlja vizualna kontrola i preuzimanje propisane dokumentacije. Ulaz je opremljen opremom za video nadzor i uređajem za automatsko mjerenje radioaktivnosti.



**Slika 1. Ulaz na odlagalište otpada Prudinec/Jakuševac**

Na izlazu iz odlagališta postoje dva uređaja za automatsko pranje kotača vozila svih korisnika odlagališta. Na taj se način sprječava iznošenje onečišćenja i blata na prometnice izvan odlagališta.



Slika 2. Uređaj za pranje kotača na odlagalištu otpada Prudinec/Jakuševac

### ZONA ZA ODLAGANJE OTPADA

Zona za odlaganje otpada, odnosno odlagalište neopasnog otpada Prudinec/Jakuševac sastoji se od 6 ploha za odlaganje otpada sljedećih kapaciteta i površina:

Odlagališne plohe	Površina (ha)	Kapacitet (mil m <sup>3</sup> )
Ploha 1	5,5	1.5
Ploha 2	6,4	1.75
Ploha 3	8,18	2.64
Ploha 4	9,27	3.08
Ploha 5	5,1	1.67
Ploha 5d	3,1	1.05
Ploha 6	8,8	3.43
Ukupno za odlaganje otpada	46,35	15.12

Do 2012. godine ukupno je odloženo oko 11 milijuna m<sup>3</sup> otpada.

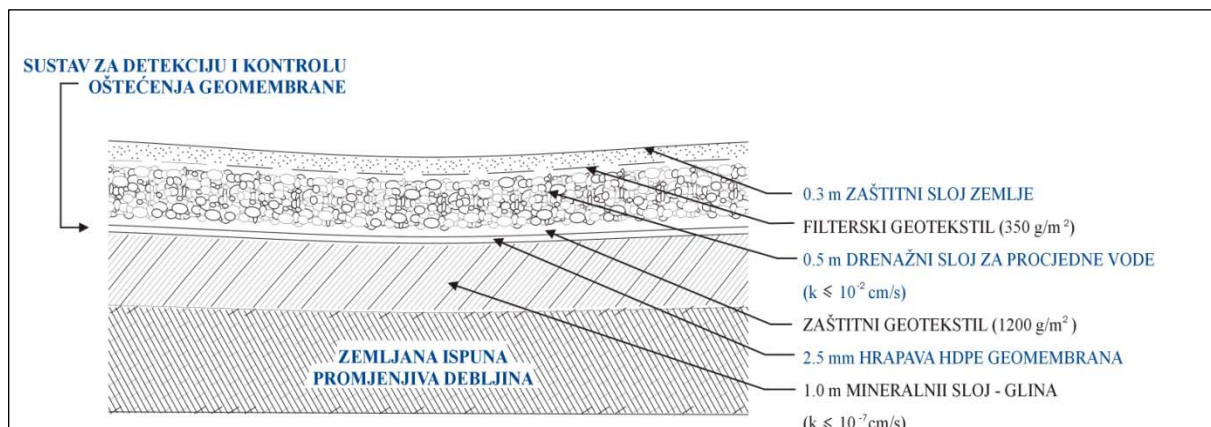
Svaka odlagališna ploha obuhvaća:

- temeljni brtveni sustav
- zaštitni brtveni sloj od gline
- geomembranu
- sustav za detekciju propuštanja
- sustav upravljanja procjednim vodama

- završni pokrov
- sustav za upravljanje površinskim vodama

### Temeljni brtveni sustav

Temeljni brtveni sustav za radne plohe od 2 do 6 izveden je kao složena cjelina koja se sastoji od 2,5 milimetara debele, fleksibilne geomembrane od polietilena visoke gustoće (HDPE) koja je poduprta zaštitnim glinenim slojem niske propusnosti. Ta dva brtvena elementa osiguravaju zaštitu podzemne vode na način da se smanji mogućnost prodiranja procjednih voda do temeljnog sloja i vodonosnika. Geomembrane od HDPE-a se često koriste u industriji odlaganja otpada zbog njihove čvrstoće, trajnosti i kemijske otpornosti na velik broj supstanci koje se obično nalaze na odlagalištima otpada. Na geomembranu ugrađen je sustav za detekciju propuštanja kako bi se moglo utvrditi da li membrana pusta nakon instaliranja.



Slika 3. Shema temeljnog brtvenog sustava na odlagalištu Prudinec/Jakuševac



Slika 4: Postavljanje temeljnog brtvenog sustava na odlagalištu Prudinec/Jakuševac

### Fizički pokazatelji ugrađenog temeljnog brtvenog sloja

Do završetka projekta sanacije (rujan 2009. godine) izgradnja temeljnih brtvenih slojeva odlagališta otpada Prudinec/Jakuševac uključivala je:

- Iskopano i premješteno je 6.740.704,63 m<sup>3</sup> starog otpada na saniranu plohu,
- Ugrađeno je 10.000,00 m<sup>2</sup> HDPE geomembrane debljine 1 mm,

- Ugrađeno je 231.504,60 m<sup>3</sup> gline,
- Ugrađen je 236.765,10 m<sup>2</sup> sustava za detekciju procjeđivanja,
- Ugrađeno je 243.848,38 m<sup>2</sup> HDPE geomembrane debljine 2,5 mm,
- Ugrađeno je 243.848,38 m<sup>2</sup> netkanog zaštitnog geotekstila i 242.693,67 m<sup>2</sup> filterskog geotekstila,
- Ugrađeno je 113.377,30 m<sup>3</sup> granuliranog drenažnog materijala.

### ***Zaštitni brtveni sloj od gline***

Brtveni sloj od gline koji ima hidrauličnu provodljivost od  $1 \times 10^{-7}$  ili manje centimetara u sekundi, izveden je tako da pokrije temelje i lateralne stranice ploha od 2 do 6. Debljina sloja gline iznosi jedan metar (4 x 0,25 m) za lateralne stijene svake plohe i na dnu plohe, osim na malim površinama gdje izlaze cijevi za sakupljanje procjedne vode. Na područjima gdje izlaze cijevi za skupljanje procjedne vode debljina glinenog brtvenog sloja varira od 1 metra do 0,5 metara na unutrašnjoj nožici obodnog nasipa. Variranjem debljine brtvenog sloja održavat će se razina barem jedan metar iznad buduće najviše očekivane visine podzemne vode od 107 m.n.m. i osigurat će se dodatni prostor. Kako bi se osigurala sigurna zaštita podzemnih voda i na mjestima gdje je brtveni sloj od gline tanji, na tim mjestima će se postaviti drugi zaštitni brtveni sloj od geomembrane debljine 1 milimetar, a koji će se instalirati ispod dijela glinenog brtvenog sloja koji ima debljinu manju od 1 metra. U tlocrtu područje gdje je glineni brtveni sloj tanji od 1 metra, on ima trokutasti oblik i dugačak je oko 50 metara (okomito na obodni nasip) s bazom od 40 metara (u nožici obodnog nasipa).

### ***Geomembrana***

Za postavljanje geomembrane korištena je 2,5 milimetara debela hrapava geomembrana od polietilena visoke gustoće. Ona je postavljena iznad brtvenog sloja od gline na dno radne plohe i uz pokose na dnu plohe. Na geomembranu je postavljen netkan zaštitni geotekstil veće mase po metru kvadratnom radi zaštite tijekom postavljanja slojeva za sustav za sakupljanje procjednih voda.

### ***Sustav za detekciju propuštanja***

Nakon postavljanja geomembrane sustavom za otkrivanje propuštanja, koji se postavi ispod sloja HDPE geomembrane, ispituje se integritet geomembrane. Ovim sustavom se, prije početka odlaganja otpada, utvrđuje da li ima nekih propuštanja na brtvenom sustavu.

### ***Sustav upravljanja procjedinim vodama***

Sustav za upravljanje procjedinim vodama sastoji se od tri glavne komponente:

- sustav za sakupljanje procjedne vode unutar radne plohe
- sustav za odvodnju procjedne vode kojim se ona odvodi iz radne plohe do postrojenja za pročišćavanje, i
- postrojenje za pročišćavanje.



### Sustav za sakupljanje procjedne vode

Sustav za sakupljanje procjedne vode s radnih ploha od 2 do 6 izveden je tako da sakuplja i odvodi tekućine u periodu aktivnog funkcioniranja odlagališta i nakon njegovog zatvaranja. Sustav za sakupljanje procjedne vode smješten je direktno iznad zaštitnog geotekstila koji je iznad geomembrane.

Nagibi dna radnih ploha izvedeni su tako da podijele plohu radi odvodnje procjedne vode. Svaka ploha podijeljena je u dvije pod-plohe s uzdignutim dnom plohe uzduž kosine istok-zapad. Pod-plohe radnih ploha od 2 do 4, koje su najšire plohe, također su podijeljene dodatnom kosinom sjever-jug. Tako je svaka ploha podijeljena na četiri dijela (odjeljka), a svaki dio ima posebne cijevi za gravitacijsku odvodnju koje izlaze duž sjeverne i južne strane plohe. Ploha 5 je manja od ploha 2 do 4 i ima dva mjesta za odvodnju procjedne vode, jedno na sjevernoj strani i jedno na južnoj.

Sustav za sakupljanje procjedne vode sadrži granulirani drenažni sloj debljine 0,5 metara, a svrha mu je da sakuplja procjedne vode iz odloženog otpada. Taj odvodni sloj dizajniran je tako da ima minimalnu hidrauličnu provodljivost od  $1 \times 10^{-1}$  centimetara u sekundi. Drenažni sloj treba sakupiti i odvoditi procjednu vodu do perforirane cijevi za sakupljanje koja je smještena uzduž središnjeg dijela dna svakog odjeljka plohe. Dno odjeljka izvedeno je s nagibom prema kolektorskoj cijevi s nagibom od 2,5 posto, a nagib cijevi prema mjestu gdje cijevi za odvodnju izlaze iz plohe je 1 %. Procjedna voda izlazi iz sustava za sakupljanje kroz cijevi otjecanjem uslijed gravitacije kroz obodni nasip do šahtova koji se nalaze izvan obodnog nasipa. Perforirana cijev je izrađena od polietilena visoke gustoće (HDPE) sa standardnim omjerom dimenzija od 15,5 i promjerom od 150 milimetara. Granulirani materijal oko cijevi pospješuje slobodan protok u kolektorsku cijev. Perforirana kolektorska cijev za sakupljanje procjedne vode spojena je s čvrstom plastičnom (HDPE) cijevi u elementu koji se nalazi na obodnom nasipu. Ovi se elementi izvedeni su od polietilena visoke gustoće (kao i geomembrana) kako bi se osigurala nepropusnost ovakvog prijelaza na sljedeći način:

- predviđenim plohamo koje omogućavaju spajanje (varenjem) tog tipskog elementa s geomembranom, postiže se nepropusnost uz ovaj element
- predviđenim tipskim nastavkom rješava se prijelaz drenažne cijevi u punu cijev, koja dalje kroz obodni nasip provodi procjedne vode do sabirnog sustava.

Promjer punih cijevi je jednak kao i za drenažne cijevi.

Revizjska okna su promjera 1,50 m, s dvostrukim stjenkama, izrađena od polietilena visoke gustoće. Okna su međusobno spojena dvostrukim HDPE cijevima. Unutarnja cijev je promjera 300 mm.

Zaštitni pokrovni sloj sustava za sakupljanje procjedne vode koji se stavlja iznad granuliranog drenažnog sloja ima zadatak zaštititi sustav od fizičkog oštećenja prilikom početnog odlaganja otpada. Taj zaštitni pokrov izvodi se od zemlje. Između zaštitnog pokrovnog sloja i granuliranog drenažnog materijala kao filter se postavlja filterski separacijski netkani geotekstil koji reducira mogućnost migriranja sitnijih čestica, odnosno njihovo prodranje u drenažni sloj.

### **Završni pokrov**

Na odlagalištu su primijenjena dva tipa pokrova za radne plohe od 2 do 6: privremeni pokrov i završni pokrov. Privremeni pokrov je 0,3 metra debeo radni sloj kojim se prekrivaju područja odlagališta na kojima se odlaganje otpada odgađa za 30 ili više dana. Na taj način se zaštićuje direktni kontakt s otpadom, onemogućuje se utjecaj vjetra koji bi mogao raznositi otpad, i

manjuje se infiltracija, za razliku od situacije kada bi površina otpada bila nezaštićena, dok se odlaganje otpada ne nastavi, a zatim se primjenjuje završni pokrov.

Završni pokrov je trajni zaštitni sloj koji se stavlja preko ispunjenih dijelova odlagališta kada oni dostignu konačnu konfiguraciju. Za radne plohe od 2 do 6 projekt završnog pokrova predviđa 3 glavne funkcije:

1. sprječavanje direktnog kontakta s otpadom;
2. ograničavanje dugoročne infiltracije oborina u tijelo odlagališta i na taj način smanjivanje nastajanje procjednih voda, i
3. kontrola stvaranja odlagališnog plina koji sadrži metan, i njegova emisija u atmosferu.

### Pokosi završnog pokrova

Za plohe od 2 do 6 površina završnog pokrova je nagnuta prema gore od ruba obodnog nasipa u nagibu 2,85H:1 V do visine od cca 155 metara. Od te točke, pokrovni sustav će se uzdizati naviše uz nominalni nagib od 5 posto do maksimalne visine od cca 158,5 metara.

### Komponente završnog pokrova

Na odlagalištu se izvode dvije vrste završnog pokrova: jedan je za pokose, a jedan za gornji vrh odlagališta. Pokosi imaju pokrov od gline, a na vrhu se izvodi kombinirani pokrov od gline i geomembrane kako bi se smanjila infiltracija na području gdje je padina samo 5 posto. I jedna i druga površina (vrh i bočne stranice) imaju također drenažni sloj, zaštitni sloj protiv smrzavanja kao i sloj za dreniranje plina.

Konfiguracija pokrova na vrhu odlagališta i na bočnim stranicama, odnosno vrsta zaštitnih slojeva i materijala od najgornjeg dijela pokrova prema dolje:

<b>Pokrov na vrhu (nagiba od 5%)</b>	<b>Pokrov na stranicama (2,85H:1V)</b>
0,15-metara debeo gornji sloj zemlje	0,15 metara debeo gornji sloj zemlje
0,15- metara debeo sloj protiv smrzavanja	0,85 metara debeo sloj protiv smrzavanja
netkani filterski/separacijski geotekstil	netkani filterski/ separacijski geotekstil
0,5- metara debeo drenažni sloj	0,5 metara debeo drenažni sloj
zaštitni sloj netkanog geotekstila	netkani filterski/ separacijski geotekstil
1 milimetar debela polietilenska folija - LLDPE geomembrana	-
0,5 metara debeo sloj od gline	0,5 metara debeo sloj od gline
0,5 metara debeo sloj za otplinjavanje	0,5 metara debeo sloj za otplinjavanje
Međupokrov	Međupokrov

Površina završnog pokrova bit će zasađena vegetacijom koja služi kao dugoročna zaštita protiv erozije. Na završnom sloju izrađuju se brane za kontrolu površinskih voda, otprilike 1 metar široke, na vertikalnoj udaljenosti od cca 10 metara. Te brane presijecaju put otjecanju vode od vrha niz padinu i odvođe je u cijevi na dnu padine.

### Zaštita od smrzavanja/gornji zemljani sloj

Sloj za zaštitu do smrzavanja/gornji zemljani sloj postavlja se neposredno iznad drenažnog sloja. Između drenažnog sloja i zaštite do smrzavanja postavlja se sloj do netkanog geotekstila kao filter koji sprečava migraciju sitnih čestica u drenažni sloj. Sloj za zaštitu do smrzavanja je debljine 0,15

metara na vrhu odlagališta i 0,85 metara na bočnim stranama. Sloj za zaštitu do smrzavanja štiti donje slojeve do prodiranja korijenja i oštećenja koja bi nastala smrzavanjem.

Gornji zemljani sloj postavlja se iznad zaštitnog sloja protiv smrzavanja debljine 0,15 metara.

#### Drenažni sloj pokrova

Na gornjem dijelu pokrova na vrhu (površina s nagibom do 5 %), drenažni sloj se postavlja direktno preko zaštitnog sloja do netkanog geotekstila koji se nalazi iznad gornjeg pokrova geomembrane. Na bočnim stranama drenažni sloj se postavlja direktno iznad filterskog/separacijskog geotekstila koji se nalazi iznad pokrovnog sloja do gline. Drenažni sloj se sastoji od granuliranog materijala propusnosti  $1 \times 10^{-1}$  cm u sekundi. Taj sloj služi za drenažu, odnosno odvodnju tekućine koja se infiltrirati kroz gornje zaštitne slojeve (sloj protiv smrzavanja i gornji zemljani sloj) i to skroz do perioda zatvaranja i nakon zatvaranja odlagališta, te za sprječavanje hidrauličkog tlaka na donje izvedene pokrovne slojeve. Drenažni sloj ima zadatak odvodnje infiltrata niz površinu donjeg ležećeg prekrivnog sloja do drena lociranog u nožici prekrivnog pokosa.

#### Najgornji pokrov sloja geomembrane do polietilena niske gustoće (LLDPE)

Brtveni sloj koji čini 1 mm debela glatka ravna polietilenska folija niske gustoće (LLDPE) postavlja se iznad sloja glinenog pokrova na najgornji (površina s nagibom do 5 %) dio pokrova. Taj brtveni sloj do LLDPE geomembrane prekriva se netkanim geotekstilom radi zaštite.

#### Zaštitni slabo propusni sloj od gline

Pokrovni sloj od gline je kontinuirani sloj debljine najmanje 0,5 metara (2 x 0,25 m) koji se postavlja na vrh odlagališta i na bočne strane pokrovnog sustava. Glina se kompaktira na licu mjesta, a maksimalna propusnost je  $1 \times 10^{-5}$  cm u sekundi.

#### Sloj za otplinjavanje

Sloj za otplinjavanje postavlja se direktno preko međupokrova. Taj sloj izvodi se od granuliranog materijala, najmanje debljine 0,5 metara i na vrhu (područje s nagibom do 5 %) i bočnim stranama pokrovnog sustava. Sloj za otplinjavanje ima zadatak sakupiti plin koji će se pasivno odzračivati u budućnosti kada neće biti dovoljno plina da bi se pustio u rad aktivni sustav za sakupljanje i obradu plina.

#### Završni vegetacijski pokrov

Vegetacija na završnom pokrovu je bitni element koji sprečava eroziju. Dobro zasađena vegetacija poboljšava i evapotranspiraciju vlage iz tla završnog pokrova. O vegetaciji se vodi stalna briga i redovito se održava.

#### Pristupne ceste za održavanje

Na završnom pokrovu se izvodi neasfaltirana cesta za održavanje koja omogućuje pristup vrhu odlagališta tijekom odlaganja otpada, te za odmrzavanje i brigu o pokrovu nakon zatvaranja odlagališta. Širina ceste je 6 metara, a maksimalni nagib 10 posto.

### Stabilnost bočnih stranica

Bočne stranice završnog pokrova imaju nagib 2,85H:1V. Nakon slijeganja otpada, očekuje se da će konačni nagib pokosa biti 3H: 1V na dijelovima s primarno starim otpadom, a 3,4H: 1V na dijelovima s novim otpadom. Obodni nasip je visok otprilike 9 metara sa 3 metra širokim vrhom, s nagibom unutarnjeg pokosa 3H:1V i nagibom vanjskog pokosa 2,5H:1 V.

### Kontrolne brane za oborinsku vodu i cijevi niz bočne stranice

Kontrolne brane za oborinsku vodu trebaju zaštititi završni pokrov od erozije. Kontrolne brane izgrađene su na vrhu gornjeg zemljanog sloja u vertikalnim razmacima do oko 10 metara i uzdužnim nagibom do 1 %. Nagib stranica je 2H:1V prema van i 3H:1V prema unutra.

Cijevi niz bočne stranice imaju promjer 750 mm, izrađene su od plastike s glatkim unutrašnjim stjenkama. Cijevima se površinske vode odvođe do odvoda u disipator energije do rip-rapa koji je izveden na izlazu iz cijevi.

### **Sustav upravljanja površinskim vodama**

Sustav upravljanja površinskim vodama uklanja oborinske vode sa završnog pokrova bez pretjerane erozije tla i smanjuje količinu vode koja se infiltrira kroz pokrovni sustav. Sustav ima sljedeće funkcije:

- sakupljanje i odvod površinskih voda s površine odlagališta na relativno kratkim udaljenostima; i
- drenažni putovi (kanali i berme) i drenažni uređaji (odvodne cijevi niz padinu i disipatori energije) koji na učinkovit način odvođe površinske vode i odgovarajućom brzinom, tako da ograniče eroziju i ispiranje površine.

Sustav je projektiran tako da se površinska voda odvođi kroz stalne odvodne kanale do postojećeg bazena za taloženje koji se nalazi istočno od plohe 1.

### Privremena kontrola površinskih voda

Oborine koje dolaze u kontakt s otpadnim materijalom ograničavaju se unutar odlagališta brtvenim obodnim nasipom kao i nasipima koji se nalaze između.

### Permanentna kontrola površinske vode

Brane za kontrolu površinske vode presijecaju put vodi koja se slijeva niz padine po završnom pokrovu i usmjeravaju je u cijevi usmjerene prema dnu padine. Cijevi usmjerene prema dnu padine dizajnirane su tako da odvođe sakupljenu vodu dalje do ruba bočnih stranica do obodnih kanala koji se nalaze oko radne plohe. Na odlagalištu su izgrađena dva obodna kanala kojima se odvođi voda koja se slijeva i površinsku vodu s područja oko radnih ploha do retencije odakle se ispušta u rijeku Savu. Brane za kontrolu površinskih voda, cijevi koje idu niz padinu i permanentni drenažni kanali projektirani su za maksimalnu količinu padalina do 100 milimetara. Odvodni kanal sa sjeverne strane projektiran je tako da slijedi rub obodnog nasipa oko odlagališta. Tim kanalom odvođe se oborinske vode s cijelog sjevernog dijela odlagališta kao i oborinske vode s područja između odlagališta i nasipa rijeke Save. U taj kanal se slijevaju i oborinske vode s područja zapadno od odlagališta gdje se nalazi ulaz i druge operativne zgrade i parkiralište. Južni kanal izveden je tako da ide uz obodni nasip odlagališta i slijedi trasu ceste uz zapadni i južni dio odlagališta. Južni kanal odvođi oborinske vode sa zapadne i južne strane odlagališta, kao i vodu s obodne prilazne ceste.

Kanali na sjevernoj i zapadno/južnoj strani imaju isti profil. Kanali su duboki 1,4 metra sa 2,SH:1 V stranicama i 0,15 posto uzdužnim nagibom. Maksimalni protok sjevernog kanala je 4,5 m<sup>3</sup> u sekundi, a južnog kanala 3,2 m<sup>3</sup> u sekundi.

### ***Tehnologija odlaganja otpada***

#### ***Istresanje otpada i rasprostiranje otpada u slojeve***

Otpad se do radne odlagališne plohe dovozi vozilima za prijevoz otpada. Vozilo ulazi na internu prometnicu i tehnološkom prometnicom kreće se do odlagališne plohe. Potom se otpad nasipava u vodoravnim slojevima debljine od oko 60 cm u rastresitom stanju, nakon čega se provodi zbijanje ili kompaktiranje uz ponavljanje postupka dok se ne postigne konačna debljina sloja.

Kada se započinje s odlaganjem na novo uređenu plohu (na temeljni brtveni sustav), prvo se puni tijelo odlagališne plohe probranim otpadom. Pod probranim otpadom smatra se otpad bez krupnih, šiljatih i sličnih po obliku tako prodornih materijala odnosno komada metalnog porijekla. Prva dva metra se pune otpadom bez krupnijih komada, čime se brtveni slojevi štite od oštećivanja ili probijanja.

#### ***Zbijanje otpada***

Zbijanje se provodi s kompaktorom mase od minimalno 32 t. Izvođač mora izvesti barem dva prolaza po sloju preko svih područja. Zbijena podloga mora biti glatka i stabilna. Područja na kojima se za vrijeme zbijanja pojave nestabilni uvjeti kao što su gumiranje, pomicanje, ili blatno tečenje treba biti po potrebi iskopano, te dodatno obrađeno i zbijeno.

Zbijenu površinu pregledava Nadzorni inženjer prije ugradnje dodatnih materijala. Zbijenost ugrađenog otpada mora iznositi minimalno 0,6 t/m<sup>3</sup>.

#### ***Dnevno i međuetajno prekrivanje otpada***

Međupokrov (dnevni pokrov) je zemljani materijal koji se koristi za prekrivanje novog otpada odloženog na plohe odlaganja. Predvidive količine inertnog zemljanog materijala za dnevno prekrivanje su oko 240 m<sup>3</sup> zemlje na dan. Dnevno prekrivanje se provodi svaki radni dan (ponedjeljak do uključivo subota). Dopremu i odlaganje zemlje na istovarnu plohu ovjerava djelatnik Investitora.

Razastiranje i ugradnja zemljanog materijala obuhvaća prekrivanje 2/3 do 3/4 površine razastrtog otpada, dok se na ostatku plohe istovaruje prispjeli otpad. Prije završetka radnog vremena prelazi se na prekrivanje preostalog dijela odlagališne plohe. Prosječna debljina dnevne prekrivke iznosi 10 cm. Nadzorni inženjer kontrolira i ovjerava dopremljene količine zemlje za dnevnu prekrivku.

### ***Putevi po odlagalištu***

Prijevoz novog otpada unutar granica odlagališta, nakon prolaska kroz ulazno-izlaznu zonu. Do mjesta njegova odlaganja obavlja se samo po internim i tehnološkim prometnicama unutar područja odlaganja otpada.

Ne predviđa se korištenje nikakvih drugih prometnica izvan navedenog područja, odnosno izvan prostora odlagališta Prudinec/Jakuševac. Unutar tog područja (područje samog tijela odlagališta uključujući i pristupne rampe).

Tehnološka prometnica unutar tijela odlagališta služi za prijevoz otpada na pojedine radne razine (platoe) gdje se odvija njegovo istresanje, razastiranje i zbijanje.

U načelu tehnološka prometnica je najmanje širine 8 m kako bi se omogućilo nesmetano mimoilaženje vozila. Prometnica se izvodi nasipavanjem sloja krupnog i sitnijeg inertnog kamenog materijala dobivenog obradom građevinskog materijala. U cilju sprječavanja naglog propadanja ili prevrtanja vozila s otpadom, ispod inertnog kamenog materijala od kojeg se gradi tehnološka prometnica, postavlja se tkani geotekstil min. 150 g/m<sup>2</sup>. Minimalna debljina postavljenog sloja inertnog kamenog materijala je ona koja omogućava uobičajeni gradilišni autoprijevoz (preporučeno min 50 cm).

### SUSTAV ZA PRIKUPLJANJE I GOSPODARENJE ODLAGALIŠNIM PLINOM

Postrojenje za gospodarenje plinom osigurava stalno nadzirano sakupljanje i obradu odlagališnog plina. Na taj se način izbjegavaju štetne emisije u okoliš te istovremeno omogućava njegovo energetske iskorištavanje za proizvodnju električne energije.



Slika 5. Postrojenje za gospodarenje plinom

Sustav aktivnog otplinjavanja odlagališta sastoji se od:

- 80 plinskih zdenaca,
- 26 kondenznih lonaca,
- oko 6,5 km plinovodne mreže,
- plinske stanice s opremom (2 baklje, 2 crpke, 2 plinsko-motorna generatora, transformator i mjerna oprema)

Dostatna količina plina za pokretanje jednog motora je 500 m<sup>3</sup>/h, a kapacitet baklje za otplinjavanje je max. 1.700 m<sup>3</sup>/h (1.500 m<sup>3</sup>/h).

Prikupljeni odlagališni plin se podzemnim PEHD cijevima dovodi do postrojenja za obradu plina.

Sve komponente postrojenja za obradu plina (kompresorski sklop, baklje, sustavi kontrole i monitoringa, generatorski sklopovi, kao i infrastrukturni objekti) smješteni su na zapadnom dijelu odlagališta.

Postrojenje za obradu plina izvedeno je na površini oko 30 x 50 m. Postrojenje je ograđeno ogradom koja je izvedena s tipskim elementima u standardnim dimenzijama 2,75 x 2,00 m. Okvir ispuna je mreža od istegnutog metala 75 x 200 x 3 x 3 mm koja je pričvršćena na stup  $\Phi$  57 mm koji je usidren u temelj 60 x 60 cm, MB 20. Na ulazu u postrojenje postoje kolna vrata širine 6,5 m sa stupom  $\Phi$  76mm i  $\Phi$  57 mm, s okvirom  $\Phi$  42 mm i mrežom od istegnutog metala 75 x 200 x 3 x 3 mm. Dužina ograde je 140 m.

Cjelokupno postrojenje za obradu plina je u kontejnerskoj izvedbi, a sastoji se od sljedećih komponenti:

- generatorski kontejneri kom 2
- kontejneri sa bakljama kom 2
- kontejner za prikupljanje plina kom 1
- upravljački kontejner kom 1
- sanitarni kontejner s malom radionicom kom 1

Unutar kontejnera za prikupljanje plina smješten je kolektor na koji se spajaju pojedine cijevi koje dolaze sa odlagališta. Nakon postrojenja za prikupljanje plina, plin se razvodi u pojedine kontejnere sa bakljama, odnosno motorima u kojima se vrši analiza plina. Između postrojenja za prikupljanje plina i pojedinih kontejnera s bakljama provodi se odvajanje kondenzata izljevom u kondenznu jamu. Ukoliko je sastav plina zadovoljavajući plin se iz kontejnera s bakljama vodi do generatorskih kontejnera gdje se on koristi za proizvodnju električne energije. Sistem za upravljanje postrojenjem smješten je u upravljačkom kontejneru.

Podzemni HDPE cjevovod koji spaja stanicu za prikupljanje plina sa kontejnerima sa bakljama ukopan je na dubini od ca. 800 mm. Cjevovodi koji spajaju kontejner sa bakljom i generatore plina vode se nadzemno, a izvedeni su iz čeličnih cijevi i oslanjaju se na kontejnere. Svi cjevovodi za plin kao i pripadajuća armatura izvedeni su u NP6 izvedbi. Svi cjevovodi za plin podvrgnuti su tlačnoj probi.

### Generatorski kontejneri

Dimenzije kontejnera su oko 12 x 3 x 3 m. U kontejnerima su smješteni generatori plina. Specifikacije generatorskog kontejnera su:

- protočna količina plina po jednom generatorskom kontejneru: max. 560 Nm<sup>3</sup>/h  
min. 280 Nm<sup>3</sup>/h
- Tlak pri ulazu u generatorski kontejner: -180 mbar
- Tlak nakon izlaza iz generatorskog kontejnera: 100 mbar
- Prirast tlaka u generatorskom kontejneru: 280 mbar

#### ✱ Motor

Generator se pogoni plinskim Otto-motorom koji ima takav pretičak zraka da su vrijednosti emisije dimnih plinova unutar dopuštenih za sve uvjete pogona. Za pogon motora predviđen je sljedeći sastav odlagališnog plina:

- CH<sub>4</sub> = 40 - 80 vol.%
- CO<sub>2</sub> = 20 - 40 vol.%
- O<sub>2</sub> = 0 - 5 vol.%
- N<sub>2</sub> = 0 - 20 vol.%
- Cl max. = 100 mg/m<sup>3</sup>

- F max. = 50 mg/m<sup>3</sup>
- Cl + F max. = 100 mg/m<sup>3</sup>
- H<sub>2</sub>S max. = 1500 mg/m<sup>3</sup>
- Si max. = 10 mg/m<sup>3</sup>.

Prekoračenje vrijednosti Cl, F, H<sub>2</sub>S i Si vodilo bi prema oštećenju motora. Pomoću pravovremene analize motornog ulja kontroliraju se gore navedene vrijednosti. Tlak odlagališnog plina se podešava na plinskoj rampi na vrijednost manju od 100 mbar. Zrak za izgaranje i odlagališni plin se miješaju pod istim tlakom tvoreći homogenu mješavinu. Snaga generatora iznosi 1000 KW. Plinski generator smješten je u čelični kontejner koji je izoliran od buke. Kontejner je podijeljen u 2 odvojena prostora (prostorija za generator i prostorija za rukovanje) i montiran je na betonske temelje. Dovod odnosno odvod zraka u kontejner odvija se ventilatorom koji se uključuje u odnosu na temperaturu prostora. Ventilator usisava zrak preko prigušivača buke, a izlaz zraka je dijagonalno u odnosu na usis. Time se postiže optimalna izmjena zraka u prostoru. Izmjena zraka se provodi u odnosu na temperaturu prostora.

#### ✱ *Sustav za upravljanje*

Upravljački i kontrolni uređaji smješteni su odvojeno u dijelu kontejnera te osiguravaju trajni pogon bez nadzora pri čemu nisu potrebne niti vizualne niti akustičke kontrole dijelova na kojima mogu nastati štete. Svi uređaji u kontejneru rade automatski te se prilikom ispada pojedinih elemenata zaustavlja generator.

#### ✱ *Sustav za hlađenje*

Na kontejneru je smješten hladnjak za hlađenje generatora i ispušnih plinova. Za postizanje optimalnog učinka hladnjaka za hlađenje generatora ugrađeni su ventilatori koji rade ovisno o temperaturi. Za grijanje dijela kontejnera u kojem su smješteni komandni uređaji uzima se dio vode iz sistema hlađenja te se on vodi na ogrjevna tijela. Sistem hlađenja izvodi se u dva stupnja. Prvi stupanj hlađenja pokreće se prilikom startanja generatora dok se drugi uključuje po potrebi, tj. kada temperatura rashladne vode pređe 87 °C. Ovakav način hlađenja doprinosi uštedi energije. Dimni plinovi se nakon hlađenja odvođe dimnjakom preko krova kontejnera u atmosferu. Visina dimnjaka je oko 7,2 m mjereno od poda kontejnera dok je njegov promjer  $\Phi = 1900$  mm.

#### ✱ *Detektiranje propuštanja plina*

Vodovi odlagališnog plina u generator te vod za odvodnju dimnih plinova opremljeni su uređajima za upozoravanje na prisutnost odlagališnog plina u kontejneru. Ti uređaji prilikom detekcije plina isključuju motor odnosno sprječavaju ponovljeni start.

Upozorenje na prisutnost (propuštanje) odlagališnog plina je sirenom.

#### ✱ *Plinska rampa*

Plinska rampa sastoji se od sljedećih komponenti :

- zaporne slavina
- kontrolnik tlaka
- plinski filter
- zaštita od plamena sa nadzorom temperature
- regulatora tlaka sa ispusnim ventilima
- manometar
- fleksibilni priključak



- komora za odlagališni plin i zrak

✱ *Stavljanje u pogon odnosno iskapčanje*

Da bi se osiguralo da se prilikom usisa ne stvori zapaljiva smjesa koja bi mogla uzrokovati nastajanje plamena postupak stavljanja u pogon odvija se na sljedeći način:

- pokretanja motora
- nakon 3 sekunde - startanje paljenja
- nakon 3 sekunde - otvaranje magnetskih ventila na plinskoj rampi.

Postupak iskapčanja odvija se na sljedeći način:

- zatvaranje magnetskih ventila
- polagano iskapčanje plamena
- motor se iskapča zbog nedostatka odlagališnog plina

Vrijeme iskapčanje je ovisno o volumenu cilindra motora kao i volumenu plina u cijevi između magnetskih ventila i motora. Kontroliranjem temperature ispusnih plinova koji izlaze iz svakog pojedinog cilindra izbjegava se npr. da prilikom kvara na svjećicama ili ventilatorima zapaljiva smjesa odlagališnog plina i zraka ne dospije u ispušnu cijev.

✱ *Regulacija smjese za izgaranje*

Smjesa odlagališnog plina i zraka stvara se u ovisnosti o temperaturi izgaranja. U ovisnosti o koncentraciji CH<sub>4</sub>, mijenja se i temperatura izgaranja odlagališnog plina, a omjer zraka i odlagališnog plina mijenja se kontinuirano. Programirana temperatura ostaje neovisna o koncentraciji CH<sub>4</sub> u smjesi. Da bi se postigla odgovarajuća smjesa odlagališnog plina i kisika potrebno je da se oni izmiješaju u komori za miješanje. Nakon toga se smjesa pomoću turboventilatora dodatno zgušnjava i zatim hladi i kao takva se vodi u cilindre motora.

Ako je sadržaj CH<sub>4</sub> u smjesi zraka i odlagališnog plina manji od 30 vol % motor ne može raditi. Prilikom smanjivanja sadržaja CH<sub>4</sub> na vrijednost ispod 40 vol % motor iz punog pogona prelazi u prazni hod što ima za posljedicu njegovo iskapčanje uz prethodnu dojavu kvara.

Kontejneri sa bakljama

U svakom kontejneru s bakljama instalirana je posuda za odvajanje kondenzata, kompresor za transport plina te sistem za analizu plina. Dimenzije kontejnera, montiranog na betonske temelje su 6 x 2,4 x 2,6 m, sljedećih specifikacija:

- |   |   |
|---|---|
| • Protočna količina plina po jednoj baklji pri sadržaju CH <sub>4</sub> od 50%: | max. 1700 Nm <sup>3</sup> /h<br>min. 170 Nm <sup>3</sup> /h |
| • Učin baklje pri sadržaju CH <sub>4</sub> od 50%:                              | max. 8500   |
| • Omjer učina baklje max:min  | 1:10  |
| • Tlak plina pri ulazu u baklju:  | 100 mbar  |
| • Sadržaj metana:   | 30-50 Vol%  |
| • Temperatura spaljivanja:  | >1000°C.  |

Kontejner za prikupljanje plina (stanica za prikupljanje plina)

U kontejneru za prikupljanje plina je smješten sabirnik na koji se spajaju pojedine plinske cijevi koje dolaze sa ćelija gdje se on stvara.

Kontejner je dimenzija 6 x 2.4 x 2.6 m a unutar njega je smještena automatika koja služi sa upravljanje elektromotornim ventilima koji otvaraju i zatvaraju protok plina koji dolazi sa pojedinih ćelija. Kontejner je montiran na betonske temelje.

#### Upravljački kontejner

U upravljačkom kontejneru je smještena oprema za nadzor i upravljanje cjelokupnim postrojenjem. Električni kabeli se iz upravljačkog kontejnera podzemnim kanalima vode do generatorovskih kontejnera te kontejnera sa bakljama.

Dimenzije upravljačkog kontejnera su 6 x 2.4 x 2.6 m. Montiran je na betonske temelje.

#### Sanitarni kontejner s malom radionicom

Sanitarni kontejner je podijeljen u tri prostorije: ured, toalet te mala radionica. Dimenzije sanitarnog kontejnera su 6 x 2.4 x 2.6 m. Montiran je na betonske temelje.

### **3.2. Prostori za skladištenje i privremeno skladištenje sirovina i ostalih tvari**

#### **ZONA ZA PRIVREMENO SKLADIŠTENJE**

U sklopu ulaza izvedena je zona za privremeno skladište, odnosno plato za međuođlaganje iskoristivih vrsta otpada. Plato je podijeljen u nekoliko odjeljaka, tj. niz međusobno povezanih pregrada od prefabriciranih armirano betonskih elemenata visine 2,70 m, koji zatvaraju potreban koristan prostor. Plato je pravokutnog oblika dimenzija oko 85x75 m, s time da je ograđeni dio platoa veličine cca 67x65 m. Plato je s tri strane omeđen internim prometnicama odlagališta.

Odjeljci za izdvajanje istovrsnih sastojaka (boksovi) su postavljeni s dvije strane uzduž platoa tako da svojim konturama fizički zatvaraju plato. U postavljene pregrade se odlažu iskoristivi materijali (metali, istrošene gume). Boksovi su složeni od betonskih elemenata u obliku slova "U" tlocrtnih dimenzija 14,25 x 11,25 m. Na platou se nalazi devet boksova - četiri sa zapadne i pet s istočne strane. Korisni volumen svakog boksa iznosi oko 200 m<sup>3</sup>.



**Slika 6. Plato za međuođlaganje iskoristivih vrsta otpada**

### 3.3. Ostale tehnički povezane aktivnosti

#### SUSTAV ZA PRIKUPLJANJE I OBRADU OTPADNIH VODA

Na području odlagališta izgrađeni su sustavi za odvojeno prikupljanje:

- sanitarne otpadne vode,
- oborinske vode,
- tehnološke otpadne vode od pranja kotača
- procjedne vode.

#### Sanitarna otpadna voda

Sanitarne otpadne vode se skupljaju u sabirnim jamama, koje se po potrebi prazne putem ovlaštene tvrtke. Na prostoru odlagališta nalazi se 5 sabirnih jama: sabirna jama 1 (ulaz na odlagalište), sabirna jama 2 (upravna zgrada), sabirna jama 6 (plinska stanica), sabirna jama 8 (prostor za međuodlaganje), sabirna jama 9 (upravna zgrada).

#### Oborinske vode s prometnica, ostalih asfaltiranih površina, površinske vode s odlagališta

Za odvodnju oborinskih voda s prometnica i ostalih asfaltiranih površina izvedeni su obodni kanali. Sjeverni i južni obodni odvodni kanali smješteni su uz nožicu obodnog nasipa oko odlagališta. Njima se sakuplja površinska voda sa prostora odlagališta te odvodi preko separatora do retencijskog bazena (9 000m<sup>3</sup>). Obodnim kanalom sa sjeverne strane odvođe se oborinske vode s cijelog sjevernog dijela odlagališta kao i oborinske vode s područja između odlagališta i nasipa rijeke Save. U obodni kanal također se slijevaju oborinske vode s područja zapadno od odlagališta gdje se nalazi ulaz. Južni kanal projektiran je tako da ide uz obodni nasip odlagališta i slijedi trasu ceste. Južni kanal odvodi oborinske vode sa zapadne i južne strane odlagališta, kao i vodu s obodne prilazne ceste.

Kanali na sjevernoj i jugo/zapadnoj strani imaju isti profil. Dubina kanala je 1,4 metra sa nagibom stranica 2.5H:1V i 0,15 % uzdužnim nagibom. Na odlagalištu su izvedene i kontrolne berme za oborinsku vodu i cijevi niz bočne stranice.

Maksimalni protok sjevernog kanala procijenjen je na 4,5 m<sup>3</sup> /s, a južnog kanala 3,2 m<sup>3</sup> /s.

#### Tehnološka otpadna voda iz perilišta kotača

Automatski uređaj za pranje kotača namijenjen je za skidanje blata i gline, sa kotača, šasija i donjeg postroja vozila prije priključivanja vozila s odlagališta na javnu cestovnu mrežu. Uređaj za pranje kotača pomoću mlaza vode uklanja prljavštinu s kotača. Voda koja se koristi za pranje kotača komunalnih vozila recirkulira u dva bazena od 25m<sup>3</sup>, a cca jednom tjedno se ispušta putem separatora u retencijski bazen.

#### Procjedne otpadne vode odlagališta

Sustav kontrolnih okana i bazeni procjednih voda u potpunosti su izvedeni s dvije stjenke tako da se prostor između stijenki može stalno nadzirati. Za prikupljanje procjednih voda izgrađen je drenažni sustav kojim se odvojeno prikupljaju procjedne vode sa sjeverne (sjeverni sabirni bazen) i južne strane odlagališta (južni sabirni bazen). Efektivni volumen svakog sabirnog bazena iznosi 350 m<sup>3</sup>. Bazeni su trapeznog presjeka, širine dna 4,0 m, dubine 2,75 m, s pokosima u nagibu 1:1,5, te dužine 38 m.

Crpkama se procjedne vode iz sabirnih bazena odvede do uređaja za pročišćavanje procjednih voda. Na samom uređaju su izgrađena dva bazena koja se naizmjenično pune i prazne ovisno o režimu pročišćavanja.

Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda sastoji se od:

- sekvencijalnog biološkog reaktora (SBR) šaržnog tipa
- dva bazena dimenzija 20 x 9 x 6 m opremljena sustavom za aeraciju i mjernom opremom te sustavom za dekantaciju i uređajem za automatsko doziranje potrebnih kemikalija
- valjkastog spremnika promjera 4 x 6 m za stabilizaciju viška mulja.

Kapacitet uređaja: 400 m<sup>3</sup>/dan.

Pročišćene procjedne otpadne vode, prije ispusta u rijeku Savu, sakupljaju se u retencijskom bazenu. Voda iz retencijskog bazena se prije ispuštanja u rijeku Savu nadzire na kontrolnom mjernom oknu. Uređaj za pročišćavanje procjednih voda projektiran je za postizanje graničnih vrijednosti parametara u pročišćenim procjednim vodama potrebnih za ispušt u sustav javne odvodnje.



Slika 7. Uređaj za pročišćavanje procjednih voda (lijevo) i retencijski bazen (desno)

## UPRAVNA ZGRADA

Upravna zgrada nalazi se na južnom dijelu zapadnog platoa uz zapadni rub odlagališta. Predstavlja kontejnerske objekte koje djelatnici odlagališta koriste za administrativne potrebe, skladišne prostore, sanitarne čvorove i garderobe.



Slika 8. Upravna zgrada

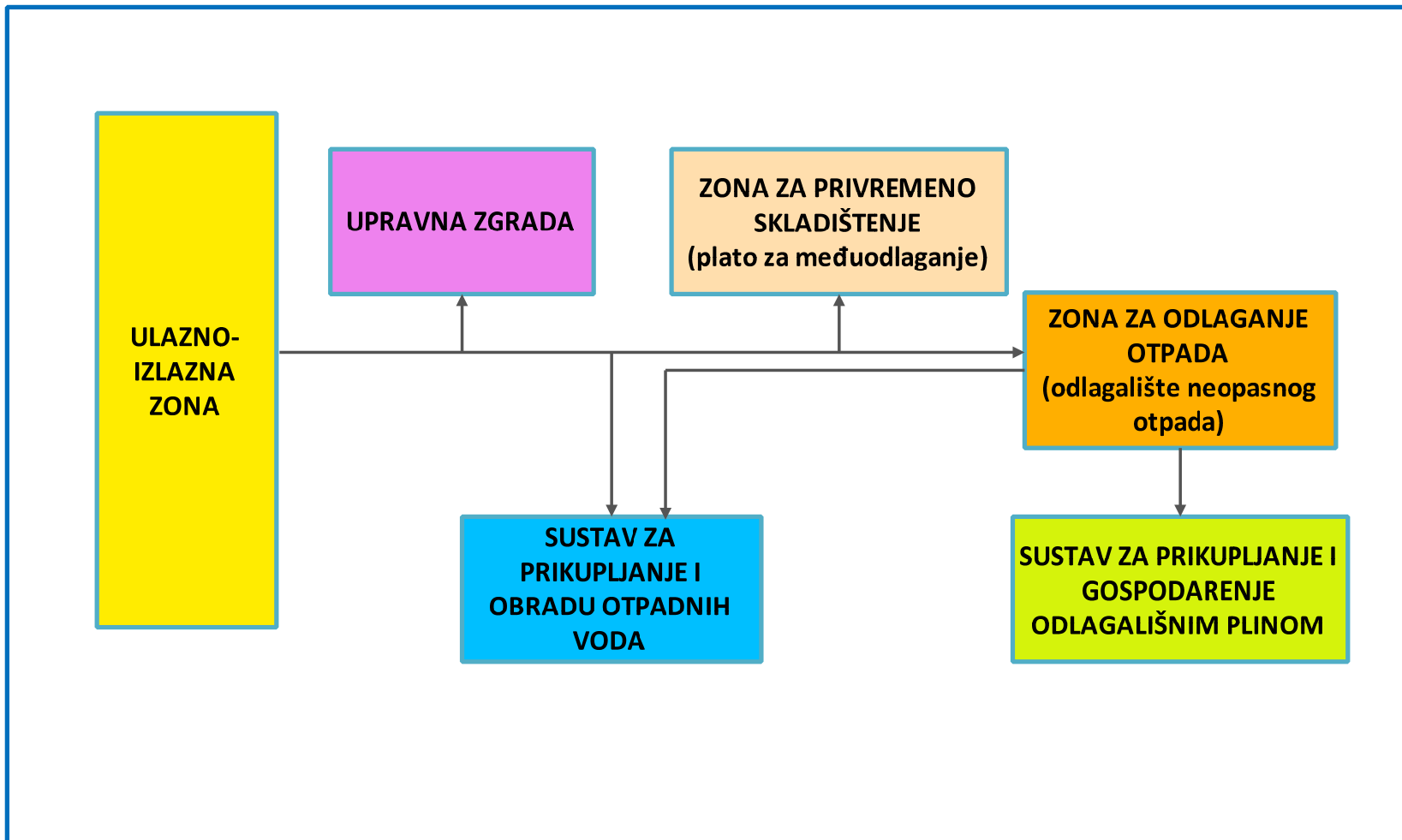
**3.4. Godišnje količine otpada koje se odlažu na odlagalištu (podaci za 2012.)**

Ključni broj otpada	Naziv otpada	Odložena godišnja količina (t)
01 04 10	Otpad u obliku prašine i praha, koji nije naveden po 01 04 07	8.054,14
07 02 13	Otpadna plastika	373,43
12 01 02	Prašina i čestice koje sadrže željezo	50,7
12 01 05	Strugotine od (brušenja i glodanja) plastike	7,45
12 01 15	Muljevi od strojne obrade koji nisu navedeni pod 12 01 14	2,85
12 01 17	Otpad od pjeskarenja koji nije naveden pod 12 01 16	29,7
15 01 05	Višeslojna (kompozitna) ambalaža	185,17
15 01 06	Miješana ambalaža	1.839,29
17 06 04	Izolacijski materijali koji nisu navedeni pod 17 06 01 i 17 06 03	46,62
19 08 01	Ostaci na sitima i grabljama	1539,28
19 08 02	Otpad iz pjeskolova	978,66
19 02 03	Izmiješani otpad sastavljen samo od neopasnog otpada	1694,36
19 09 02	Muljevi od bistrenja voda	11,27
19 09 03	Muljevi od dekarbonizacije	237,73
19 09 05	Zasićene ili istrošene smole iz ionskih izmjenjivača	51,75
19 12 11	Ostali otpad (uključujući mješavine materijala) od mehaničke obrade otpada, koji nije naveden pod 19 12 12	87,66
19 12 99	Otpad koji nije specificiran na drugi način	5,77
20 01 01	Papir i karton	48,45
20 01 11	Tekstil	4,24
20 02 02	Zemlja i kamenje	136.048,8
20 02 03	Ostali otpad koji nije biorazgradiv	254,38
20 03 01	Miješani komunalni otpad	241.234,82
20 03 02	Otpad s tržnica	2.651,16
20 03 03	Ostaci od čišćenja ulica	3.560
20 03 07	Glomazni otpad	26.335,31
20 03 99	Komunalni otpad koji nije specificiran na drugi način	9.054,83

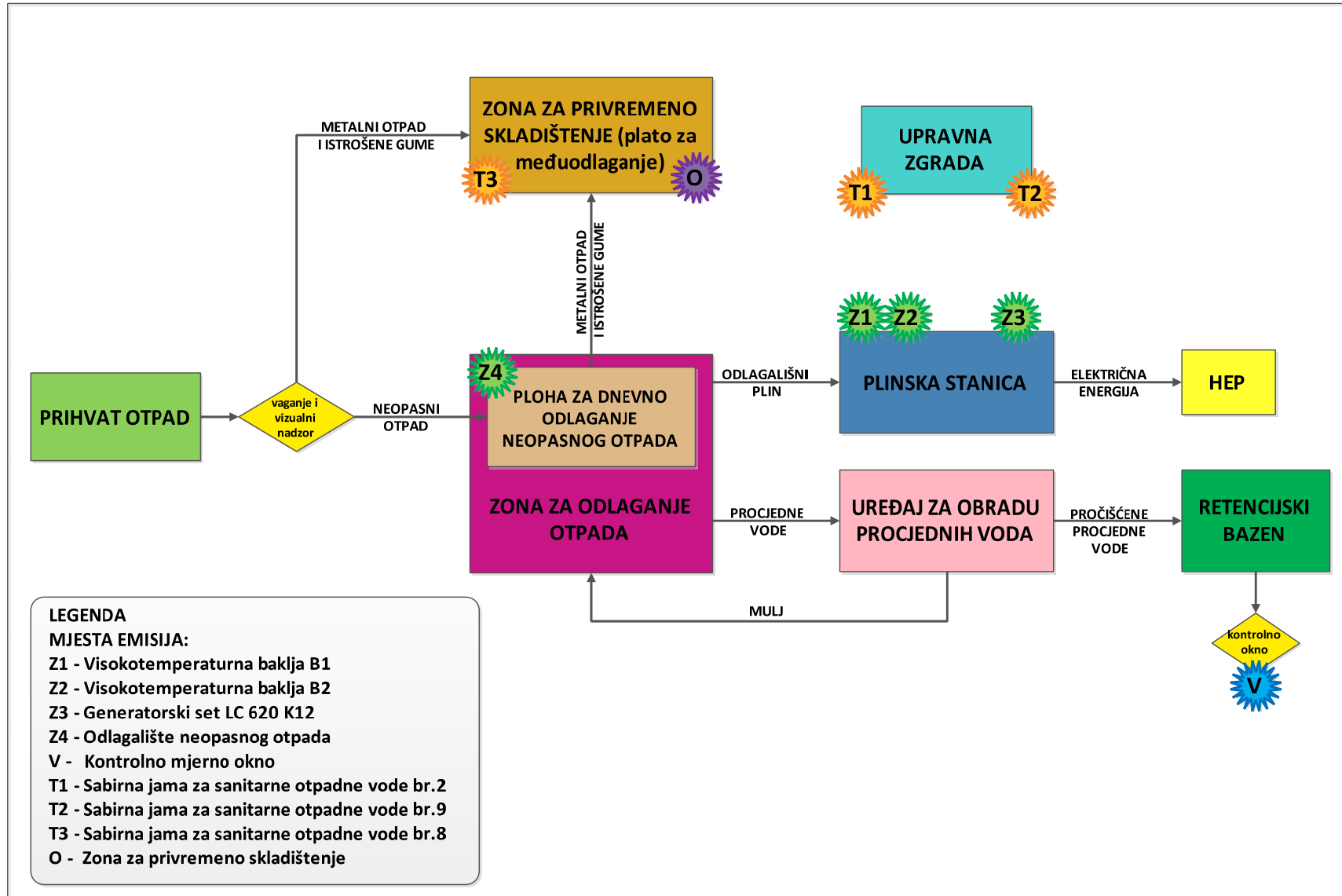
Proizvodi i poluproizvodi

Postrojenje	Proizvod i poluproizvod	Opis proizvoda i poluproizvoda	Godišnja proizvodnja
Odlagalište neopasnog otpada	Odlagališni plin	Odlagališni plin nastaje anaerobnim procesom razgradnje organskog materijala u tijelu odlagališta i njegov sastav je okvirno slijedeći: 54% metana, 40% ugljikovog dioksida, 4% dušika, 1% kisika, 1% ugljikovog monoksida, vodika i vodenih para, ispod 0,1% vodikovog sulfida, amonijaka, sumporovodika, etana, etena, halogeniziranih ugljikovodika, toluola, ksilola, terpenugljikovodika, vinilklorida, merkaptana, lebdećih čestica, klora, žive, parafina i teških metala.	11.958.811 m <sup>3</sup>
Sustav za prikupljanje i gospodarenje odlagališnim plinom	Električna energija	Električna energija proizvedena generatorskim setom LC 620 K12 u plinskoj stanici isporučuje se u sustav javne električne mreže do krajnih korisnika.	1.203 MWh / 4.330,8 GJ

**4. Blok dijagram postrojenja prema posebnim tehnološkim dijelovima**



## 5. Procesni dijagram toka





## **6. Procesna dokumentacija postrojenja**

- Program održavanja i upravljanja po pojedinim podsustavima odlagališta otpada Jakuševac
- Plan odlaganja otpada na plohe 5D i 6, Odlagalište Jakuševac

## **7. Ostala relevantna dokumentacija**

- Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries, August 2006
- Reference Document on the General Principles of Monitoring, July 2003
- BAT Guidance for Landfills