# Procjedne vode odlagališta otpada Jakuševec

**Ivaniček, Stanko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:782558

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb









SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij rudarstva

# PROCJEDNE VODE ODLAGALIŠTA OTPADA JAKUŠEVEC

Diplomski rad

Stanko Ivaniček
R-97

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

# PROCJEDNE VODE ODLAGALIŠTA OTPADA JAKUŠEVEC

STANKO IVANIČEK

Diplomski rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

## Sažetak

Odlagalište otpada Jakuševec-Prudinec smješteno je u istočnom dijelu grada Zagreba, na zagrebačkom vodonosniku koji je temelj vodoopskrbe grada Zagreba. Nizvodno od odlagališta nalaze se dva značajna područja aspekta vodoopskrbe, vodocrpilište *Velika Gorica* i buduće vodocrpilište *Kosnica*. U radu je analiziran kemijski sastav procjedne vode odlagališta otpada Jakuševec - Prudinec koja se uzrokuje na 3 lokacije (u dekantu, u sabirnom bazenu i na lokaciji ispusta pročišćene vode u rijeku Savu). Prikupljeni su podaci o kemijskom sastavu procjedne vode za vremensko razdoblje od 2006. do 2015. godine, te su analizirani svi mjereni parametri. Provedena je usporedba kemijskog sastava procjedne vode prije i nakon uređaja za pročišćivanje s ciljem detektiranja učinkovitosti rada uređaja za pročišćavanje procjednih voda odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec.

Ključne riječi: pročišćivač, dekant, sabirni bazen, ispust u rijeku Savu, odlagalište otpada Jakuševec - Prudinec, procjedne vode

Završni rad sadrži: 41 stranica, 1 tablica, 34 slika, 3 priloga i 14 referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Voditelj: Dr.sc. Jelena Parlov, docent RGNF

Ocjenjivači: Dr.sc. Jelena Parlov, docent RGNF
Dr.sc. Želimir Veinović, docent RGNF
Dr.sc. Andrea Bačani, redoviti profesor RGNF

Datum obrane: 20. studenog 2015.

University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology
and Petroleum Engineering

Master's Thesis

# LEACHATES OF JAKUŠEVEC LANDFILL

STANKO IVANIČEK

Thesis completed in: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum engineering
Department of Mining and Geotechnical Engineering
Pierottijeva 6, 10 002 Zagreb

## Abstract

Waste landfill Jakuševac - Prudinec is located on the eastern part of city of Zagreb, on aquifer located in Zagreb, which is the basis of Zagreb's water supply. Downstream of the landfill there are two significant areas from water aspect, Velika Gorica wellfield and the future Kosnica wellfield.

In the Master's Thesis the chemical composition of leachates were analyzed, which were based on three locations (in the deanery, in the collection pool, and on the location where the purified water enters the river Sava). The data for chemical composition was gathered for the time period from 2006 to 2015 and all of the measured parameters were analyzed. Comparison is made for the chemical composition of water with the water cleanser for the results of before and after usage with a goal to detect the efficiency of the device for cleansing of leachates in Jakuševac - Prudinec landfill.

Keywords: water cleanser, deanery, collection pool, location where the cleansed water enters the river Sava, landfill Jakuševac - Prudinec, leachates

Thesis contains: 41 pages, 1 table, 34 figures, 3 enclosures and 14 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Jelena Parlov, Assistant Professor.

Reviewers: PhD Jelena Parlov, Assistant Professor.
PhD Želimir Veinović, Assistant Professor.
PhD Andrea Bačani, Full Professor.

Date of defense: November 20, 2015.

SADRŽAJ

POPIS SLIKA ..... II

POPIS TABLICA ..... IV

POPIS PRILOGA ..... V

1. UVOD ..... 1

2. OPĆENITO O ODLAGALIŠTU ..... 2

2.1. PROSTORNI SMJEŠTAJ ODLAGALIŠTA ..... 2

2.2. GEOLOŠKE ZNAČAJKE NA PODRUČJU ODLAGALIŠTA OTPADA JAKUŠEVEC - PRUDINEC ..... 5

3. OSNOVNE SASTAVNICE I TEHNIČKE ZNAČAJKE ODLAGALIŠTA ..... 7

3.1. TEMELJNI BRTVENI SUSTAV ..... 8

3.2. PRIKUPLJANJE I OBRADA PROCJEDNIH I OBORINSKIH VODA ..... 10

3.3. NADZOR NE PROPUSNOSTI TEMELJNOG BRTVENOG SLOJA ..... 12

3.4. ODVODNJA I PROČIŠĆIVANJE PROCJEDNIH I OBORINSKIH VODA ..... 13

4. KEMIJSKI SASTAV PROCJEDNIH VODA ..... 17

5. ZAKLJUČAK ..... 39

6. LITERATURA ..... 40

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Lokacija odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (Vasiljević, 2012) ..... 2

Slika 2-2. Prostorni smještaj odlagališta otpada Jakuševec-Prudine s obzirom na crpilišta pitke vode (Vasiljević, 2012) ..... 3

Slika 2-3. Odlagalište otpada Jakuševec-Prudineca a) 1994. godine b) 1999. godine (prema Drnjević i Koren, 2000, preuzeto iz Prce, 2007) ..... 4

Slika 2-4. Projekcija konačnog izgleda odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (preuzeto iz Prce, 2007) ..... 5

Slika 2-5. Geološka karta šireg područja istraživanja, izvadak iz geološke karte Hrvatske M1:100.000, list Ivanić grad (Basch, 1981, 1983) ..... 6

Slika 3-1. Tijek sanacije i tehnički objekti odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (*prema Drnjević i Koren, 2000)* ..... 7

Slika 3-2. Temeljni dvostruki brtveni sustav odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (*prema Drnjević i Koren, 2000)* ..... 8

Slika 3-3. Tlocrt interventnog crpnog sustava odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec *(prema Vukelić i Drnjević, 2004)* ..... 10

Slika 3-4. Strujna mreža pri radu interventnih zdenaca *(Prce, 2007)* ..... 11

Slika 3-5. "Geologger system" shema za nadzor nepropusnosti brtvenog sloja *(Prce, 2007)* ..... 12

Slika 3-6. Obodni kanal i drenažna cijev ..... 13

Slika 3-7. Sabirni bazen ..... 14

Slika 3-8. SBR postupak čišćenja (*Izvor: Pipelife, 2015*) ..... 15

Slika 3-9. Pročišćivač otpadnih voda ..... 16

Slika 3-10. Retencijski bazen ..... 16

Slika 4-1. Kemijska potrošnja kisika u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec ..... 18

Slika 4-2. Biološka potrošnja kisika u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec ..... 19

Slika 4-3. Koncentracija klorida u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec ..... 20

Slika 4-4. Koncentracija nitrita u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec 21

Slika 4-5. Koncentracija nitrata u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec 22

Slika 4-6. Koncentracija fosfata u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec ..... 23

Slika 4-7. Koncentracija sulfata u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec ..... 24

Slika 4-8. Koncentracija natrija u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec 25

Slika 4-9. Koncentracija kalija u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec .26

Slika 4-10. Koncentracija kalcija u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec .....27
Slika 4-11. Koncentracija magnezija u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec.....28
Slika 4-12. Koncentracija bakra u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec .....29
Slika 4-13. Koncentracija cinka u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec. .....30
Slika 4-14. Koncentracija željeza u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec .....31
Slika 4-15. Ukupni fosfor u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec - Prudinec .....32
Slika 4-16. Koncentracija cijanida u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec.....33
Slika 4-17. Ukupni organski ugljik (TOC) u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec.....34
Slika 4-18. Koncentracija $H^+$ iona u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec .....35
Slika 4-19. Otopljeni kisik u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec .....36

POPIS TABLICA

Tablica 4-1. Prosječna učinkovitost uređaja za pročišćavanje po parametru.....37

POPIS PRILOGA

PRILOG 1. Kemijska kakvoća procjednih voda u dekantu
PRILOG 2. Kemijska kakvoća procjednih voda u sabirnom bazenu
PRILOG 3. Kemijska kakvoća procjednih voda na ispustu u rijeku Savu

# 1. UVOD

Odlagalište otpada Jakuševec-Prudinec smješteno je u istočnom dijelu grada Zagreba. Odlagalište se nalazi na vodonosniku koji je temelj za vodoopskrbu grada Zagreba. Nizvodno od odlagalište otpada Jakuševec-Prudinec se nalazi crpilište *Velika Gorica*, te buduće crpilište *Kosnica* (koje bi trebalo biti najveće crpilište Grada Zagreba).

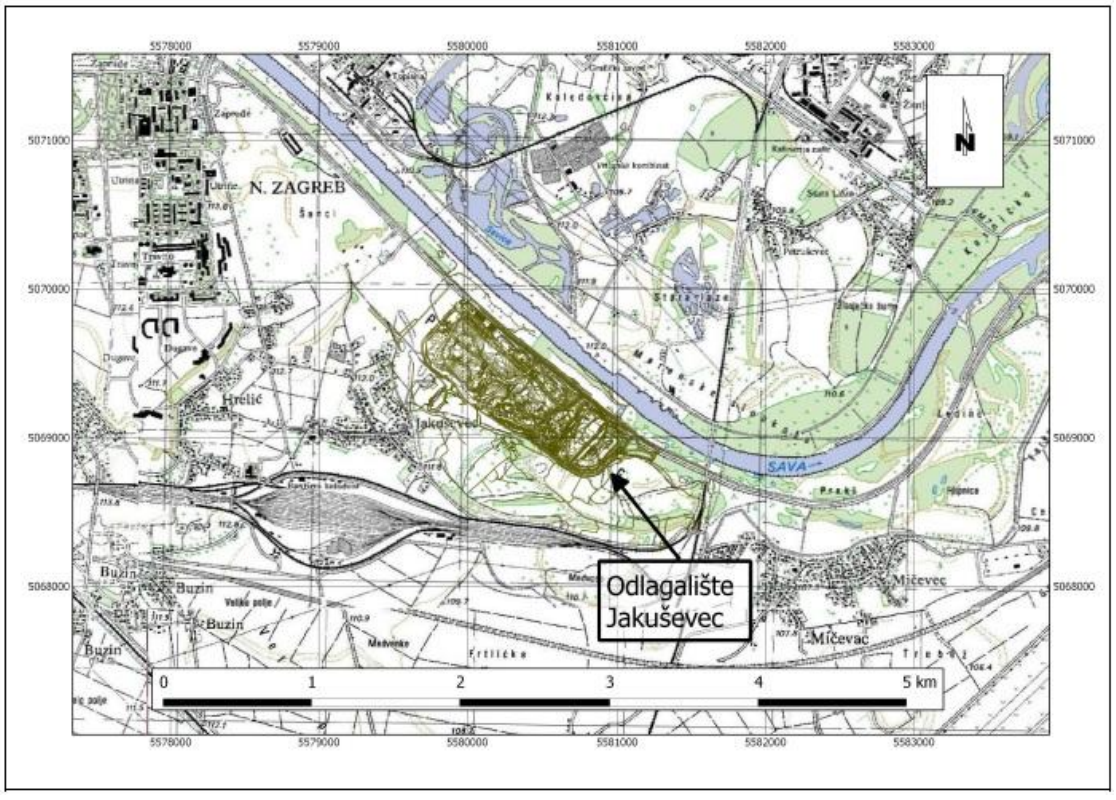
U okviru ovog diplomskog rada analizirana je kakvoća procjednih voda odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec u vremenskom razdoblju od 2006. do 2015. godine. Analiza vode vršila se na nekoliko mjesta (dekantu, sabirnom bazenu i prije ispusta u rijeku Savu). U radu će biti analizirano 60-etak parametara, poput željeza, cinka, bakra, kemijske potrošnje kisika, biološke potrošnje kisika, magnezija i pH vrijednosti. Podaci za izradu diplomskog rada preuzeti su sa stranica odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (*http://www.zgos.hr*).

Cilj diplomskog rada je analiza efikasnosti uređaja za pročišćivanje procjedne vode odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec i stanje kakvoće pročišćene vode na ispustu u rijeku Savu.

# 2. OPĆENITO O ODLAGALIŠTU

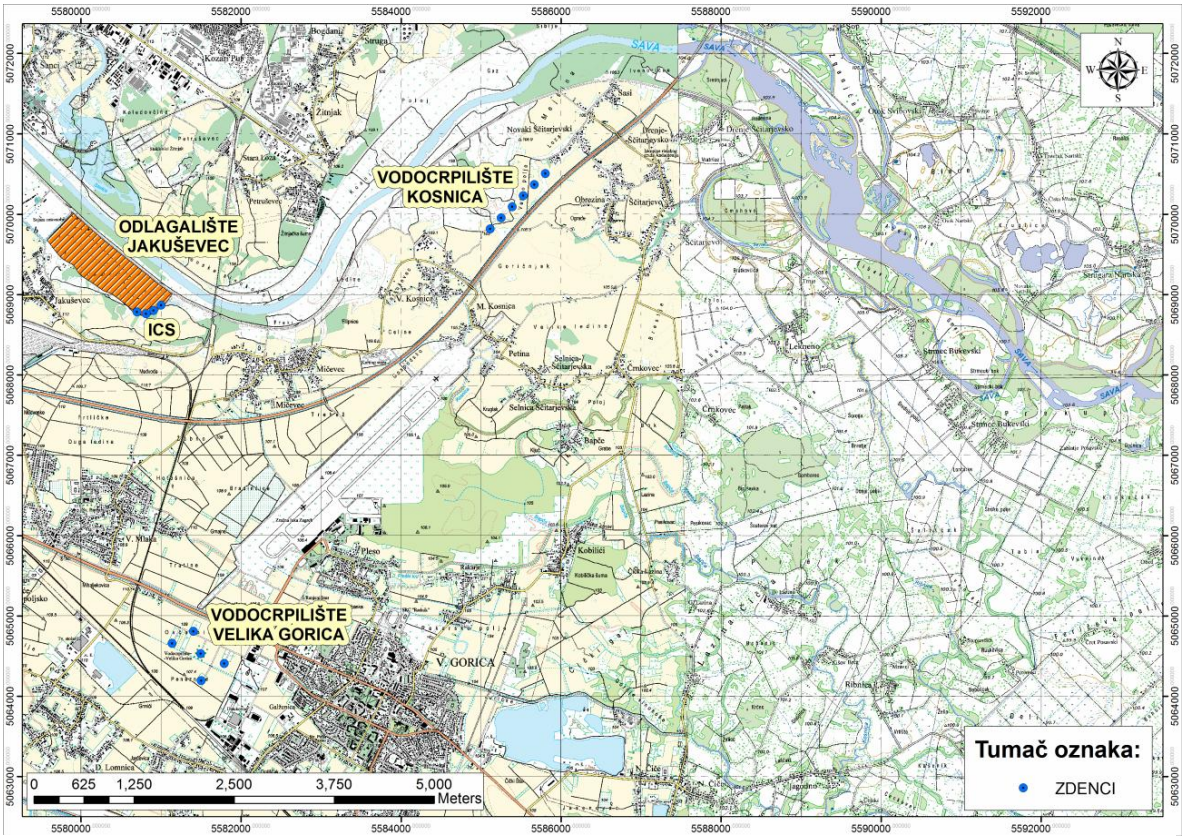
## 2.1. PROSTORNI SMJEŠTAJ ODLAGALIŠTA

Odlagalište otpada Jakuševec-Prudinec služi kao odlagalište komunalnog, neopasnog industrijskog otpada Grada Zagreba i njegove okolice. Udaljeno je 5 km zračne linije od središta Zagreba, a nalazi se na desnoj obali rijeke Save, na udaljenosti od 400 m od naselja Jakuševec (Slika 2-1). Odlagalište se pruža u smjeru sjeverozapad-jugoistok, duž nasipa rijeke Save, od kojega je odvojeno lokalnom cestom. Krajolikom dominira rijeka Sava koja je svojim tokom stvorila karakterističan ravničarski teren koji se još naziva i Savska depresija. Teren je uglavnom ravničarski s nadmorskom visinom od oko 100 metara. Klima je umjerena, kontinentalnog tipa, a oborine su raspodijeljene gotovo ravnomjerno tijekom cijele godine. Oborinski maksimumi nastupaju u jesen (listopad) i u prijelaznom razdoblju između proljeća i ljeta. Područje je sa zapadne strane ograničeno naseljima Jakuševec i zagrebačkim naseljem Dugave. Jugoistočni dio koji se nastavlja prema Turopolju je pokriven uglavnom poljoprivrednim kulturama, livadama i pašnjacima, a na nekim dijelovima šumom i močvarnim terenima.




Slika 2-1. Lokacija odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (Vasiljević, 2012)

Odlagalište otpada Jakuševec-Prudinec smješteno je u istočnom dijelu grada Zagreba, na zagrebačkom vodonosniku koji je temelj vodoopskrbe grada Zagreba. Nizvodno od Jakuševca smješteno je crpilište *Velika Gorica* koje služi za vodoopskrbu Grada Zagreba i Zagrebačke županije, te buduće crpilište *Kosnica* koje bi trebalo biti najveće crpilište Grada Zagreba (Slika 2-2).



Slika 2-2. Prostorni smještaj odlagališta otpada Jakuševec-Prudine s obzirom na crpilišta pitke vode (Vasiljević, 2012)

Početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća započelo je nekontrolirano odlaganje otpada na području današnjeg odlagališta Jakuševec-Prudinec. Sredinom devedesetih prostor odlagališta zauzima površinu od 80 hektara, a visina odloženog smeća prelazi 10 metara (Prce, 2007). Zbog zanemarivanja problema odlagalište otpada Jakuševec postalo je najveće neuređeno odlagalište otpada u jugoistočnom dijelu Europe. Zbog nepostojanja ograde, na smetlištu je svakodnevno boravio veliki broj beskućnika, svinja, krava, ptica, glodavaca i insekata. Procjenjuje se da je u razdoblju do 2000. godine odloženo $8\times10^6$ $m^3$ otpada (Drnjević, 2003).

Početkom devedesetih godina počinju projektna istraživanja o načinu sanacije odlagališta Jakuševec. Projekt sanacije neuređene deponije otpada u uređeno sanitarno

odlagalište provela je tvrtka ZGOS. Cijelo odlagalište otpada podijeljeno je u 6 radnih ploha (Drnjević i Koren, 2000). Tijek sanacije odvijao se postupnim uređenjem radnih ploha (Slika 2-3). Sanacija je završena 2003. godine. Na temelju pravnog statusa, odlagalište otpada Jakuševec je tada pripalo skupini legalno uređenih odlagališta (Schaller et al Subašić, 2004).




Slika 2-3. Odlagalište otpada Jakuševec-Prudineca a) 1994. godine b) 1999. godine (prema Drnjević i Koren, 2000, preuzeto iz Prce, 2007)

Nakon 2003. godine ostala je aktivna radna ploha 6 koja i danas služi za prihvat novog otpada, iako je prema projektu korištenje odlagališta predviđeno do 2009. godine, nakon čega se trebalo pristupiti zatvaranju preostalog dijela gornje plohe i dovršetku hortikulturnog uređenja cijelog područja (Slika 2-4).

Postupak sanacije uključio je i izgradnju dodatnih objekata uz samo odlagalište i to: servisno područje, reciklažu, odlaganje korisnih sastojaka (metala), reciklažu građevinskog otpada, plinsku stanicu, kompostanu, prostor za predobradu komunalnog otpada, obradu procjednih voda, retencijski bazen, sabirne bazene za procjedne vode i zdence interventnog crpnog sustava.

Interventni crpni sustav (ICS), koji se sastoji od 4 zdenca, ima zadaću crpiti zagađene podzemne vode ispod odlagališta, kako bi se spriječilo širenje zagađenja podzemnim vodama. Kako je tok podzemne vode prema jugoistoku, interventni crpni sustav se nalazi uz jugoistočni rub odlagališta (Slika 2-2). Interventnim zdencima se od 2001. godine crpi između 200 i 300 l/s zagađene vode iz odlagališta. Iscrpljena voda odlazi u postrojenje za obradu otpadnih voda te se nakon obrade otpušta u rijeku Savu.



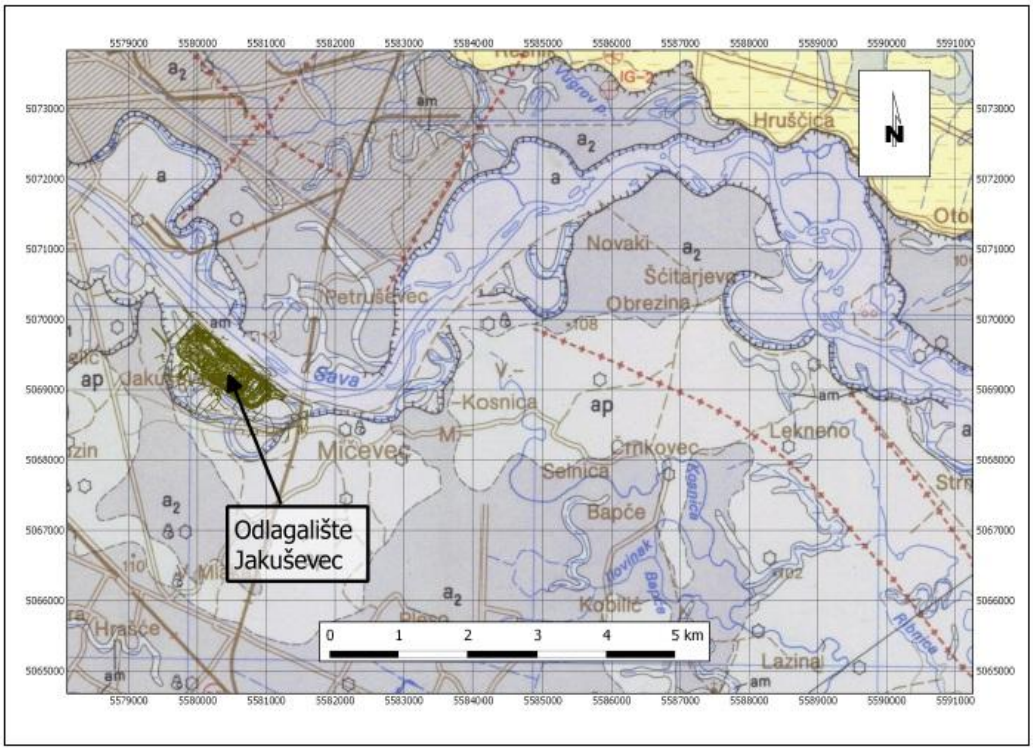
Slika 2-4. Projekcija konačnog izgleda odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (preuzeto iz Prce, 2007)

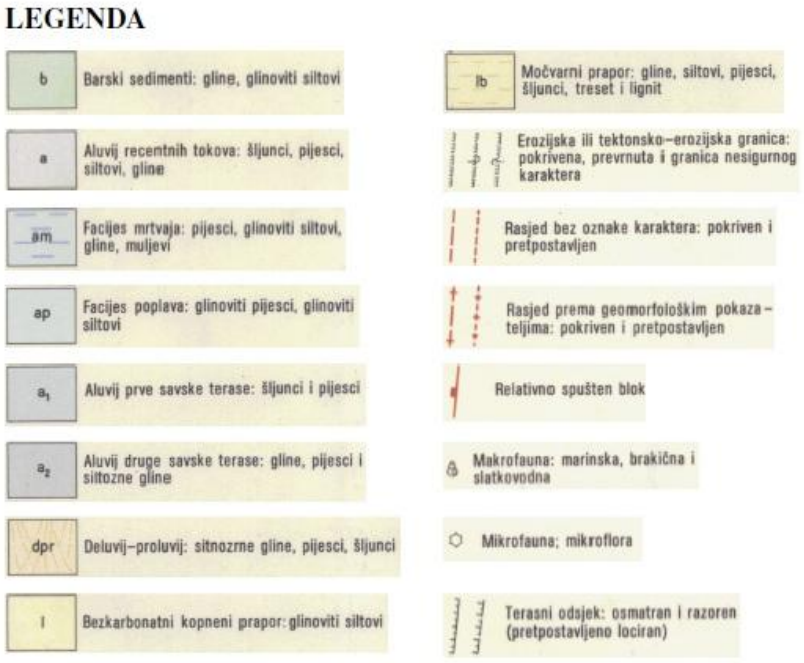
## 2.2. GEOLOŠKE ZNAČAJKE NA PODRUČJU ODLAGALIŠTA OTPADA JAKUŠEVEC - PRUDINEC

Pri razmatranju geološke građe i područja oko odlagališta "Jakuševec - Prudinec" zahvaćeno je nešto šire područje, kako bi se mogao dati potpuniji uvid u geološke odnose. Geomorfološki gledano teren je ravničarski s malim hipsometrijskim razlikama, a nadmorska visina iznosi između 110 i 113 metara. Lokacija odlagališta na ovakvom terenu predstavlja hipsometrijski istaknuto područje koje doseže nadmorsku visinu preko 155 m n. m., odnosno, hipsometrijska razlika najviše točke na odlagalištu u odnosu na prirodnu razinu terena iznosi oko 45 metara. Teren je u cjelini izgrađen od kvartarnih naslaga rijeke Save, pri čemu šljunci imaju dominantnu ulogu. U tektonskom pogledu, područje Savske potoline je od neogena tektonski aktivno, a zadnja faza kompresije traje i danas.

Prema Basch (1983) najstarije stijene u razmatranom području su pleistocenski prapori. Na njima se nalaze naslage nastale djelovanjem površinskih tokova, prvenstveno rijeke Save i njezinih pritoka, naslage poplavnih ravnica i močvara, te naslage proluvija nastale trošenjem rubnih dijelova okolnog gorja. Slikama 2-5. i 2-6. u nastavku teksta

prikazanje opis pojedinih naslaga pomoću isječka osnovne geološke karte Hrvatske M 1:100.000, list Ivanić grad (Basch, 1981).

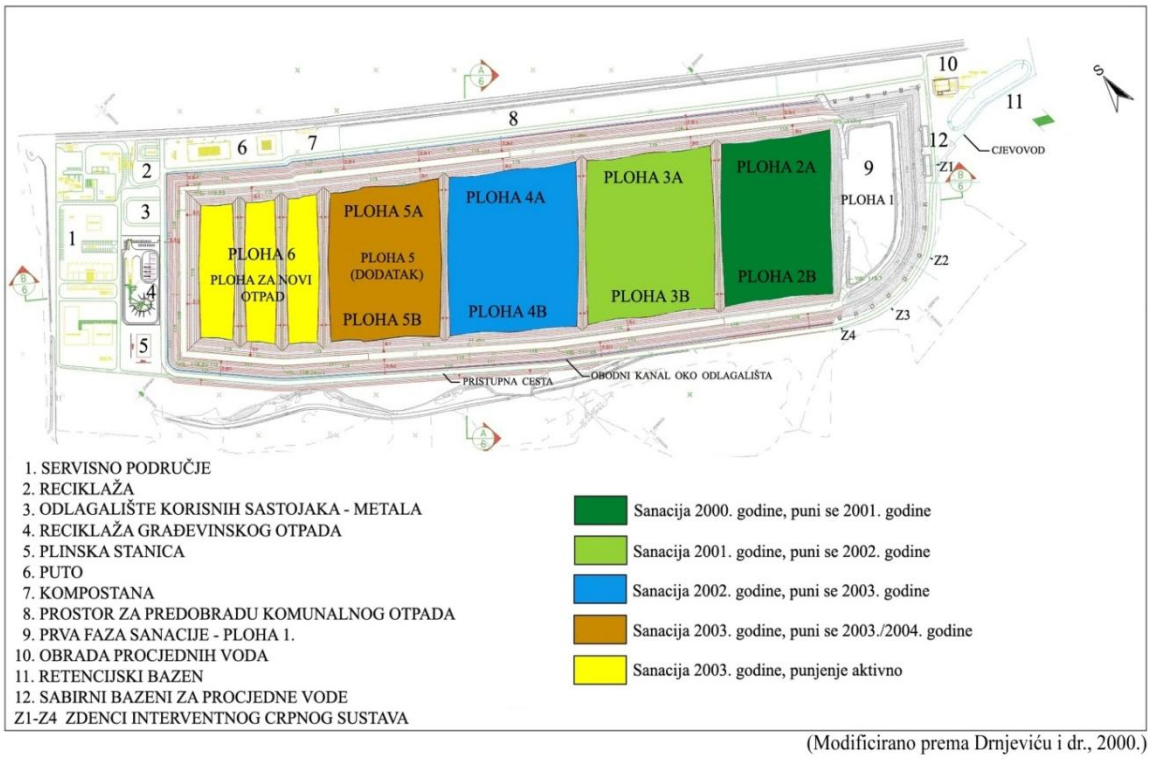



Slika 2-5. Geološka karta šireg područja istraživanja, izvadak iz geološke karte Hrvatske M1:100.000, list Ivanić grad (Basch, 1981, 1983)

# 3. OSNOVNE SASTAVNICE I TEHNIČKE ZNAČAJKE ODLAGALIŠTA

Površina odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec iznosi 54 hektara, pravokutnog oblika s duljinom od 1365 m i širinom od 390 m. Površina terena blago je nagnuta u smjeru jugoistoka, a kota terena iznosi 109 m n. m. Odlagalište ima konačnu kotu od 153 m n. m na vrhu bočnih kosina, što je 44 m iznad terena koji ga okružuje. Južno i jugoistočno područje oko odlagališta rezervirano je za zaštitne zelene površine. Odlagalište otpada Jakuševec-Prudinec ima nadzorne i zaštitne sustave, koji čine osnovne sastavnice svakog odlagališta otpada. Na odlagalištu otpada nalazi se nadzorni i zaštitni sustavi pomoću kojih se nesmetano obavljaju osnovne funkcije, a to su saniranje postojećeg i odlaganje novonastalog otpada bez štetnih posljedica za okoliš i zdravlje ljudi. U nadzorne i zaštitne sustave pripadaju (Slika 3-1): temeljni brtveni sustav, predobrada otpada, reciklaža građevinskog otpada, prikupljanje i obrada procjednih (ICS-interventni crpni sustav) i oborinskih voda, sustav otplinjavanja i gospodarenja plinom te nadzor nepropusnosti temeljnog brtvenog sloja

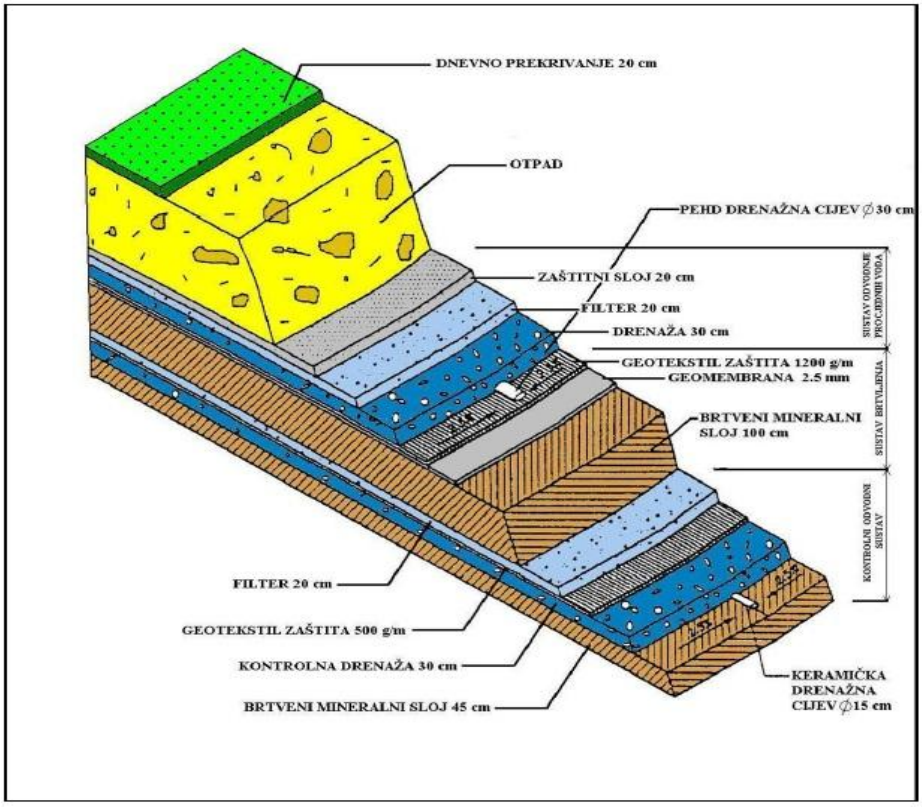


(Modificirano prema Drnjeviću i dr., 2000.)

Slika 3-1. Tijek sanacije i tehnički objekti odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (*prema Drnjević i Koren, 2000)*

## 3.1. TEMELJNI BRTVENI SUSTAV

Temeljni brtveni sustav sastavljen je od prirodnih materijala kao što su gline te umjetnih materijala geomembrana i geotekstila (Hajdarović et al., 2004). Ti materijali ne dopuštaju da štetni plinovi iz odlagališta odu u atmosferu i da onečišćene procjedne vode iz tijela odlagališta prodru u tlo ispod odlagališta te tako zagade tlo i podzemne vode. Način pripreme odlagališta za prihvat otpada, koji je primijenjen na odlagalištu otpada Jakuševec-Prudinec, sastoji se od kontrolnog odvodnog sustava, sustava brtvljenja i sustava odvodnje procjednih voda. Kontrolni odvodni sustav sastoji se od brtvenog mineralnog sloja, kontrolne drenaže, između brtvenog mineralnog sloja i kontrolne drenaže nalazi se keramička drenažna cijev, geotekstilna zaštita i filtri. Sustav brtvljenja sastoji se od brtvenog mineralnog sloja, geomembrane i geotekstilne zaštite. Sustav odvodnje procjednih voda sastoji se od drenaže, filtera i zaštitnog sloja. Između sustava odvodnje procjednih voda i sustava brtvljenja nalazi se PEHD drenažna cijev. Na sve to dolazi otpad i dnevno prekrivanje (Slika 3-2).

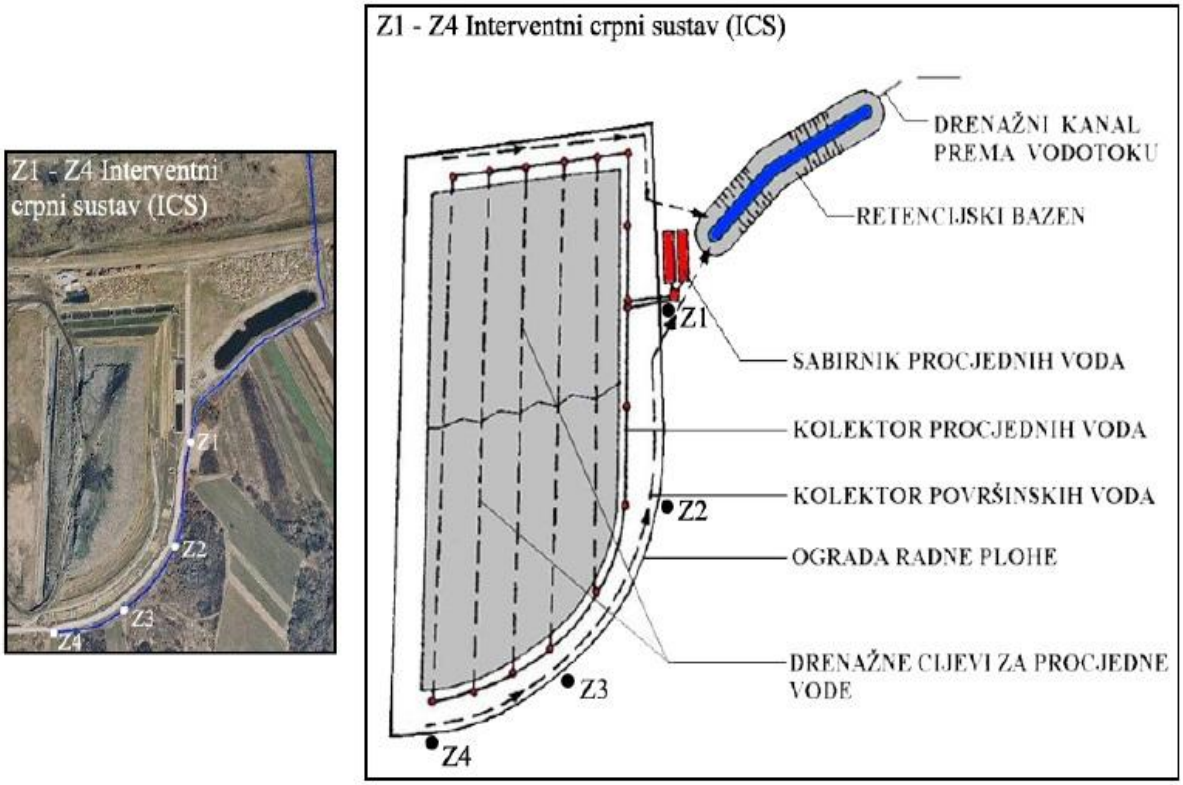



Slika 3-2. Temeljni dvostruki brtveni sustav odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec (*prema Drnjević i Koren, 2000)*

Sastavnice se razlikuju s obzirom na njihove sigurnosne, tehničke i proizvodne značajke. Postoje jednostruki i dvostruki brtveni sustavi, a koji će se sustav primijeniti, prvenstveno ovisi o geološkim, hidrološkim, hidrogeološkim, topografskim i klimatskim značajkama lokacije namijenjene za prihvat otpada. Zadaća brtvenog sustava je da uspostavi maksimum dostižne zabrtvljenosti, s tim da postojanost u cjelini čine sastavnice i njihova kvaliteta. Tlo u podlozi je sastavljeno od kombinacije šljunkovitih i pjeskovitih naslaga koje se zbijaju i postavljaju u odgovarajući nagib, koji uvjetuje nagib ostalih nadliježećih slojeva. Tlo, a time i cijeli temeljni brtveni sustav, zbog očekivanih slijeganja mora imati uzdužni i poprečni pad. Na prirodno temeljno tlo dolazi brtveni mineralni sloj koji je izgrađen od glinovitog materijala. Prvi brtveni sloj, debljine 45 cm, dio je kontrolnog odvodnog sustava, dok je drugi brtveni sloj debljine do 100 cm i dio je sustava brtvljenja vidi sliku 3-2. Mineralne brtve imaju propusnost od $k < 10^{-9}$ m/s i visoki sadržaj gline koja je potrebna za adsorpciju teških metala prisutnih u procjednim vodama. Materijal za prirodnu brtvu najčešće čine zaglinjeni pijesak i slabo zaglinjeni pjeskoviti šljunak s dodatkom bentonita. U odlagalištima otpada koriste se bentonitne gline zbog niske propusnosti, sposobnosti vezanja zagađivala i štetnih tvari te mogućnosti brzog zacjeljivanja pukotina u strukturi glinenog pokrivača. Drenažni se sustav sastoji od drenažnog i filtarskog sloja međusobno odijeljenih geoplastikom koja se još zove i HDPE ("high density polyethylene") plastika, tj. plastika visoke gustoće. Geoplastika je sintetski materijal koji se proizvodi u obliku plošnih slojeva za odlagališta otpada različitih veličina i karakteristika. Koristi se u formi geomembrana, geotekstila, geomreža i veznog materijala koji služe kao elementi za brtvljenje, zaštitu, odvajanje, filtriranje i odvodnjavanje. Drenažne HDPE i keramičke cijevi se koriste za odvođenje vode i plina iz odlagališta. Dnevno prekrivanje je postupak nanošenja zbijenog tla debljine od 20 cm (Slika 3-1). Ono služi kao privremena zaštita od procjeđivanja površinskih i oborinskih voda kroz otpad. Na taj način se smanjuje utjecaj procjednih voda na temeljno brtvljenje.

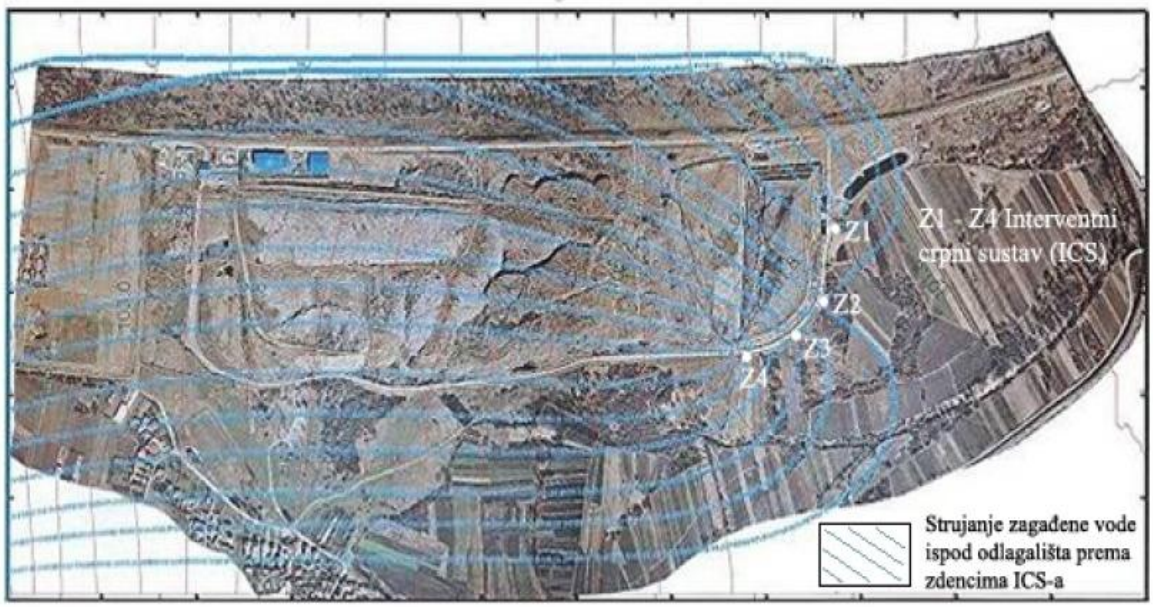
## 3.2. PRIKUPLJANJE I OBRADA PROCJEDNIH I OBORINSKIH VODA

Interventni crpni sustav (ICS) sastoji se od 4 interventna zdenca kojima se sustavno crpe zagađene vode iz odlagališta otpada. Zadaća zdenaca je ispumpavanje zagađene podzemne vode ispod odlagališta, kako bi se spriječilo širenje zagađenja prema izvorištima pitke vode. Neuređeno odlagalište otpada Jakuševec-Prudinec naročito je ugrožavalo podzemne vode. Oborine koje su se filtrirale kroz otpadni materijal odložen na vodopropusnu podlogu u području odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec ispirale su otpad i tako zagadile podzemnu vodu na cijelom području odlagališta i nizvodno, sve do područja budućeg crpilišta Kosnica. ICS se nalazi u jugoistočnom dijelu odlagališta ispod radne plohe 1, a razlog tomu je blagi pad terena i tok podzemne vode prema jugoistoku. Slika 3-3. prikazuje tlocrt ICS-a ispod radne plohe 1, koji ima svoje sastavne dijelove: interventni zdenci Z1 do Z4, drenažne cijevi za procjedne vode, kolektor procjednih voda i sabirnik procjednih voda (bazeni).




Slika 3-3. Tlocrt interventnog crpnog sustava odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec *(prema Vukelić i Drnjević, 2004)*

Na slici 3-4. prikazan je smjer strujanja procjednih voda ispod odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec, koji je dobiven matematičkim modelom simulacije rada ICS-a. Interventnim zdencima se crpi 200 do 400 l/s zagađene vode iz odlagališta. Prema *Vukelić i Drnjević (2004)* u procjednoj vodi najopasnija su organska zagađivala i klorirani ugljikovodici, a od anorganskih: As, Cd, Cr, Hg, Pb, Mn, Fe, Cu, CN spojevi (cijanidi) i dr.




Slika 3-4. Strujna mreža pri radu interventnih zdenaca *(Prce, 2007)*

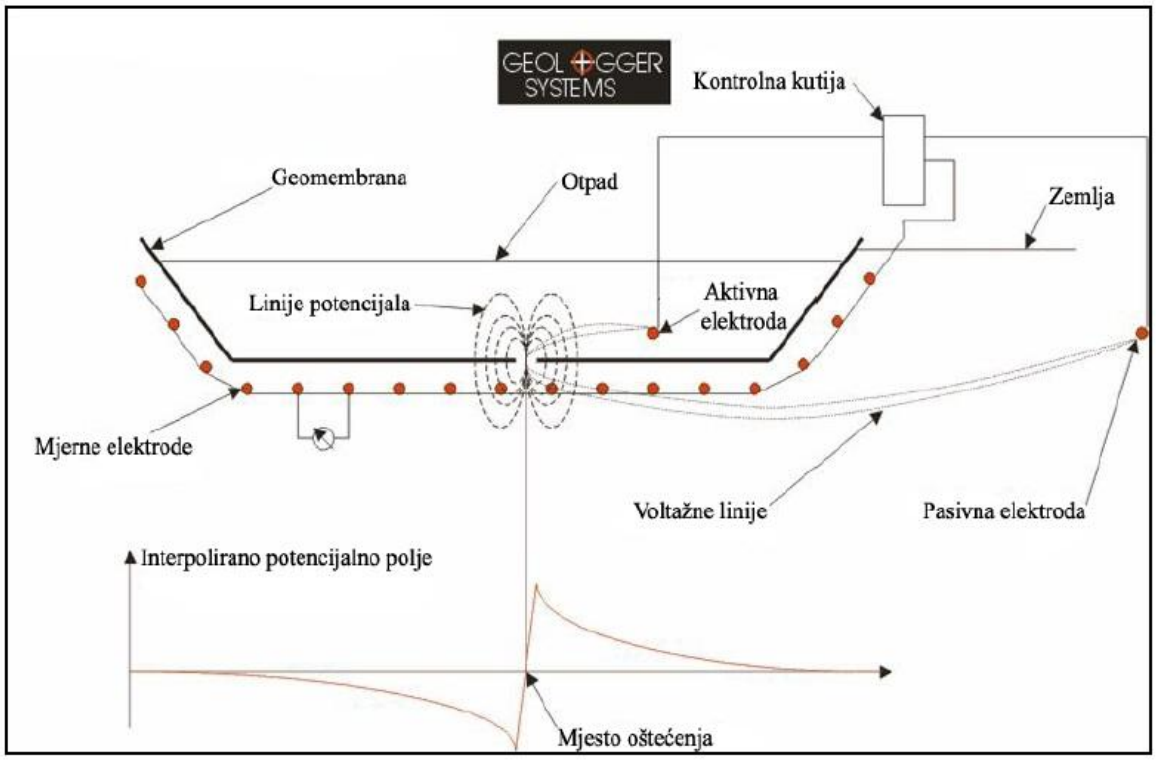
Interventnim crpnim sustavom crpi se podzemna voda koja protječe ispod odlagališta otpada i odlazi u postrojenje za obradu otpadnih voda te se nakon obrade otpušta u rijeku Savu. Na taj način je spriječeno širenje zagađenja iz odlagališta otpada u područje budućeg crpilišta podzemne vode Kosnica. Na uređenom odlagalištu otpada važno je prikupiti, ispitati i prema potrebi obraditi sve otpadne vode te na taj način spriječiti zagađenje podzemnih i površinskih voda. U tu svrhu, u jugoistočnom dijelu odlagališta (Slika 3-1), izgrađeno je postrojenje za pročišćavanje procjednih voda kako bi se koncentracije tvari u procjednim vodama s uređenog i neuređenog dijela odlagališta otpada smanjile u dopuštene koncentracije za ispust u prirodni recipijent, tj. rijeku Savu.

Čiste oborinske vode (smatraju se čistima ako nisu bile u doticaju s otpadom) na odlagalištu otpada Jakuševec-Prudinec prikupljaju se pomoću kolektora površinskih voda (Slika 3-2). To su umjetni površinski kanali i slivnici koji gravitacijom vodu dovode u retencijski bazen velikog volumena. U bazenu je ugrađena gabionska pregrada za

odvajanje muljanih čestica procesom taloženja, jer voda koja teče površinom odlagališta sakuplja čestice zemlje i prašine. Nakon procesa taloženja voda se ispušta u rijeku Savu.

### 3.3. NADZOR NE PROPUSNOSTI TEMELJNOG BRTVENOG SLOJA

Nadzor nepropusnosti temeljnog brtvenog sloja obavlja se uz pomoć elektronskog sustava koji utvrđuje moguća oštećenja brtvenog sloja (Slika 3-5).




Slika 3-5. "Geologger system" shema za nadzor nepropusnosti brtvenog sloja *(Prce, 2007)*

Elektronski sustavi jamče stalni i automatski nadzor nepropusnosti kao i pravovremeno poduzimanje svih potrebnih interventnih mjera. Time je osigurano stalno i potpuno nadziranje nepropusnosti brtvljenja dna u odlagalištu otpada Jakuševec-Prudinec. Elektronski sustav ugrađen u dno odlagališta zove se "Geologger system" koji se sastoji iz karbonskih elektroda smještenih iznad i ispod folije. Održavanjem mjernog napona, elektrode se zajedno s okolnim vlažnim područjem ponašaju kao galvanski elementi odvojeni izolatorom (folijom). Svako oštećenje folije smanjuje električni otpor, a proračunom gradijenta određuje se potencijalno polje i točno mjesto propuštanja. Na slici 3-5 prikazana je funkcionalna shema detekcije oštećenja u dnu radne plohe, tj. u temeljnom brtvenom sloju.

## 3.4. ODVODNJA I PROČIŠĆIVANJE PROCJEDNIH I OBORINSKIH VODA

Odvodnja oborinskih voda na odlagalištu otpada Jakuševac-Prudinec riješena je s više obodnih kanala, kao što je prikazano na slici 3-6, koji prikupljaju i odvode vodu s okolnih površina i prekrivenog otpada, dok se sama oborinska voda koja padne na tijelo deponija većim dijelom, procjeđuje kroz otpad.



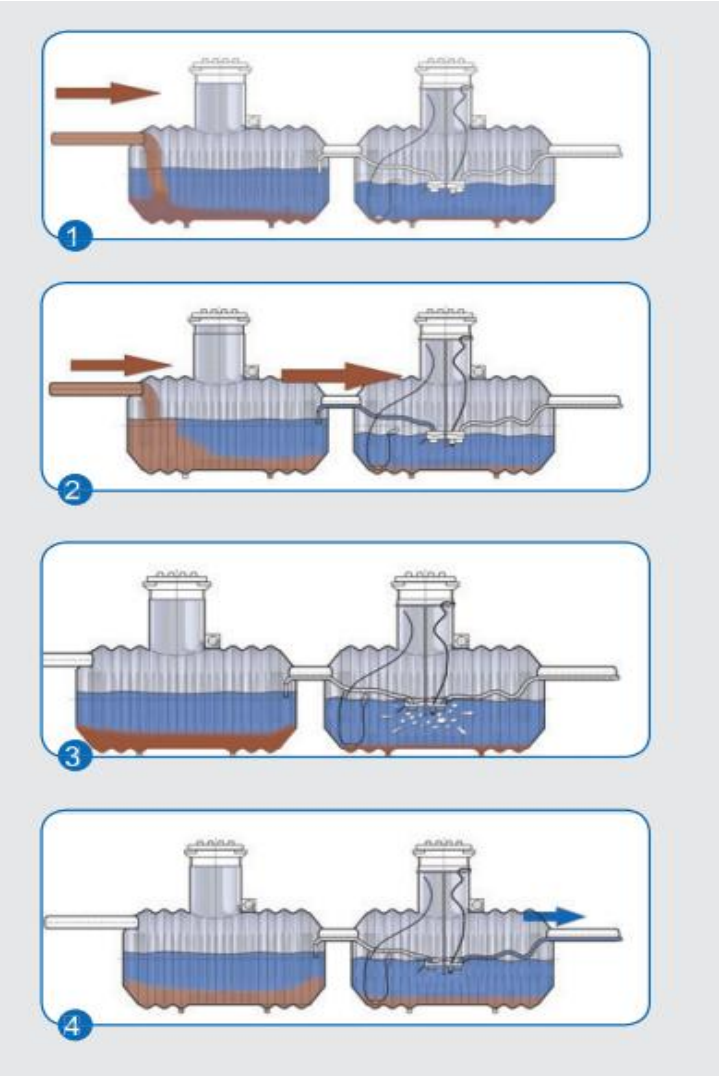
Slika 3-6. Obodni kanal i drenažna cijev

Obodni kanali za prihvat oborinskih voda odvode vodu do sabirnog bazena (Slika 3-7) gdje se voda zadržava i gravitacijski pročišćuje, što znači da se voda zadržava u sabirnom bazenu neko vrijeme prije nego dolazi u pročišćivač. U sabirnom bazenu se vrši prvo uzorkovanje vode i testiranje 60-etak parametara (primjerice KPK (kemijska potrošnja kisika), BKP (biološka potrošnja kisika), boja, miris, koncentracija $H^+$ iona, temperatura vode, željezo, bakar, amonij, nitrati, nitriti, sulfati, sulfiti, TOC (ukupni organski ugljik), arsen, živa, selen, nikal, cink i mnogi drugi).



Slika 3-7. Sabirni bazen

Iz sabirnog bazena otpadne vode odlagališta otpada odlaze u pročišćivač na pročišćavanje, gdje se provodi SBR (*Sequence Batch Reactor*) postupak čišćenja. Ovim postupkom čišćenja otpadna voda pročišćuje se u dvije faze, segment po segment u dva neovisna reaktora. U prvom reaktoru nerazgradive čestice se smire i talože. Cjevovodom se voda prebacuje iz jednog u drugi reaktor (1) dok ostatak ostaje u prvom reaktoru (2). Dok se drugi reaktor napuni, proces čišćenja počinje. Čišćenje se provodi u drugom reaktoru za vrijeme specijalno dizajniranog programa za aeriranje vode (3). Kada je to potrebno, kemikalije mogu biti dodane za poboljšanje daljnjeg čišćenja otpadne vode. Kemikalije se dodaju radi brže razgradnje otpadnih tvari u otpadnoj vodi i radi samih posebnih uvjeta. Dok se tretman završi, očišćena voda se može ispumpati i novi ciklus će započeti (Slika 3-8).




Slika 3-8. SBR postupak čišćenja (*Izvor: Pipelife, 2015*)

Kapacitet samog pročišćivača je 400 $m^3$/dan. Pročišćivač se sastoji od dva biološka reaktora (princip aktivnog mulja, SBR – tehnologija) i silosa za mulj s uređajem za miješanje između reaktora koji su izrađeni od betona, silosa s kemikalijama, cijevima koja dovode otpadnu vodu i odvode pročišćenu vodu, prostorije s monitoringom samog pročišćivača, pogonski objekt s predtretmanskom prostorijom, laboratorijem, razvodnim elektro-ormarom, sanitarnim čvorom s WC–om i tuš kabinom, garderobom i prostorijom za doziranje (dozirana stanica). Prilaz uređaju za pročišćavanje je uređen i uključuje parkirna mjesta za zaposlenike, a na slici 3-9. prikazan je sam pročišćivač.

Voda pročišćena u pročišćivaču ide u retencijski bazen (Slika 3-10), gdje se zadržava neko vrijeme prije ispusta u rijeku Savu i gdje se također vrši uzorkovanje i analiza vode.



Slika 3-9. Pročišćivač otpadnih voda



Slika 3-10. Retencijski bazen

# 4. KEMIJSKI SASTAV PROCJEDNIH VODA

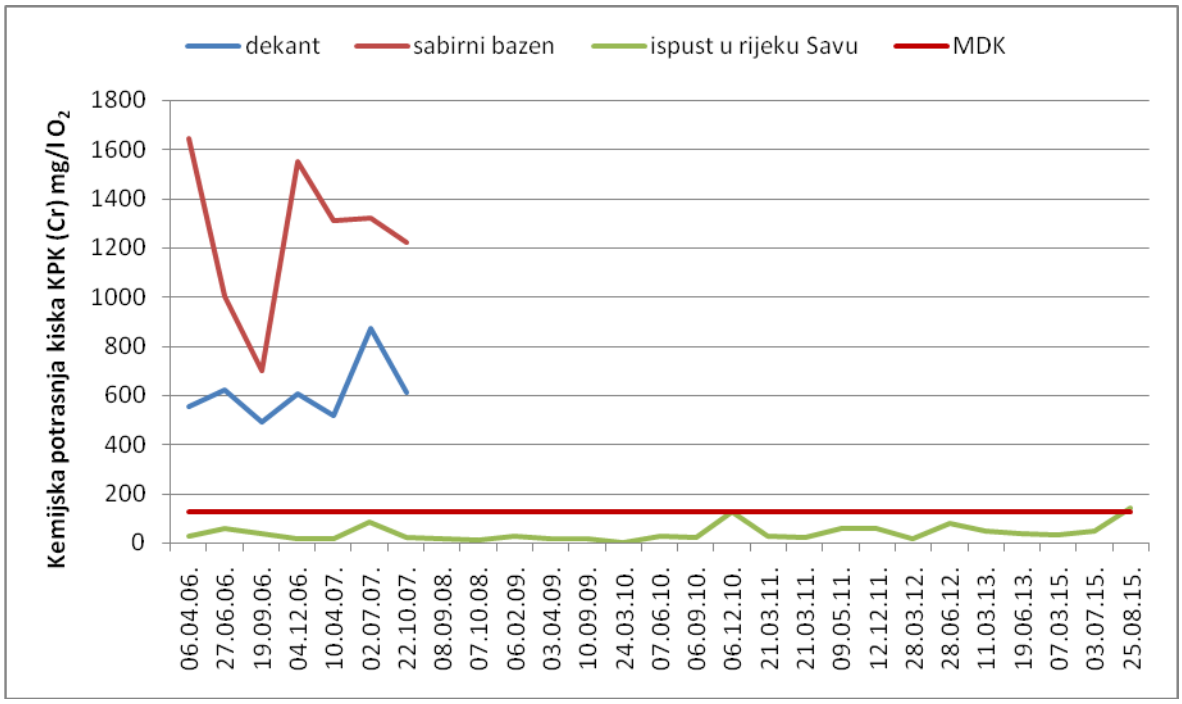
Uzorkovanje i analiza vode vrši na više mjesta (dekant, sabirni bazen i ispust u rijeku Savu). Analize vode vrši Zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar "Odjel za zdravstvenu ispravnost i kvalitetu vode". Korišteni podaci odnose se na vremensko razdoblje od 2006. do 2015 godine (http://www.zgos.hr/default.aspx?id=34).

Pregledom svih provedenih i prikupljenih analiza u razdoblju od 2006. do 2015. godine primijećeno je da su neki od spomenutih parametara prelazili maksimalno dopuštenu koncentraciju (MDK), kao što su primjerice željezo, nitrati, nitriti, bakar itd., i nakon provedenog postupka čišćenja (Prilog 1. 2. i 3.). Maksimalno dopuštene koncentracije pojedinih parametara korištene u ovom radu definirane su Pravilnikom o graničnim vrijednostima (NN 153/09., 63/11., 130/11. i 56/13.) emisija otpadnih voda. Ovim se pravilnikom propisuju granične vrijednosti emisija u tehnološkim otpadnim vodama prije njihova ispuštanja u građevine javne odvodnje ili u septičke ili sabirne jame i u svim pročišćenim ili nepročišćenim otpadnim vodama koje se ispuštaju u vode, uvjeti prijevremenog dopuštenja ispuštanja otpadnih voda iznad propisanih količina i graničnih vrijednosti emisija, kriteriji i uvjeti prikupljanja, pročišćavanja i ispuštanja komunalnih otpadnih voda te iznimno dopuštena ispuštanja u podzemne vode, metodologija uzorkovanja i ispitivanja sastava otpadnih voda, učestalost uzorkovanja i ispitivanja, obrazac očevidnika ispuštenih otpadnih voda, obrazac očevidnika za kemikalije stavljenih na tržište za primjenu na području Republike Hrvatske koje nakon uporabe dospijevaju u vode, oblik i način vođenja očevidnika, rokovi, detaljniji sadržaj i način dostave podataka, slučajevi primjene jedinstvenog fiksnog koeficijenta pokazatelja onečišćenja te slučajevi koji podliježu obvezi iz članka 65. stavaka 1. i 4. Zakona o vodama.

Granične vrijednosti emisija otpadnih voda koje se ispuštaju u površinske vode ili u sustav javne odvodnje, utvrđuju se dozvoljenim koncentracijama onečišćujućih tvari i/ili opterećenjima u otpadnim vodama. Kod ispuštanja pročišćenih komunalnih otpadnih voda u površinske vode pored koncentracija onečišćujućih tvari i/ili opterećenja u otpadnim vodama, potrebno je utvrditi i postotak smanjenja opterećenja na uređaju za pročišćavanje otpadnih voda (NN 153/09., 63/11., 130/11. i 56/13).

Na temelju pregleda javno dostupnih provedenih kemijskih analiza uzoraka procjedne vode uzorkovanih u razdoblju od 2006. do 2015. godine izdvojeno je 19 parametara za koje je ustanovljeno da su barem u jednoj analizi prekoračili maksimalno dopuštene koncentracije prema Pravilniku o graničnim vrijednostima.

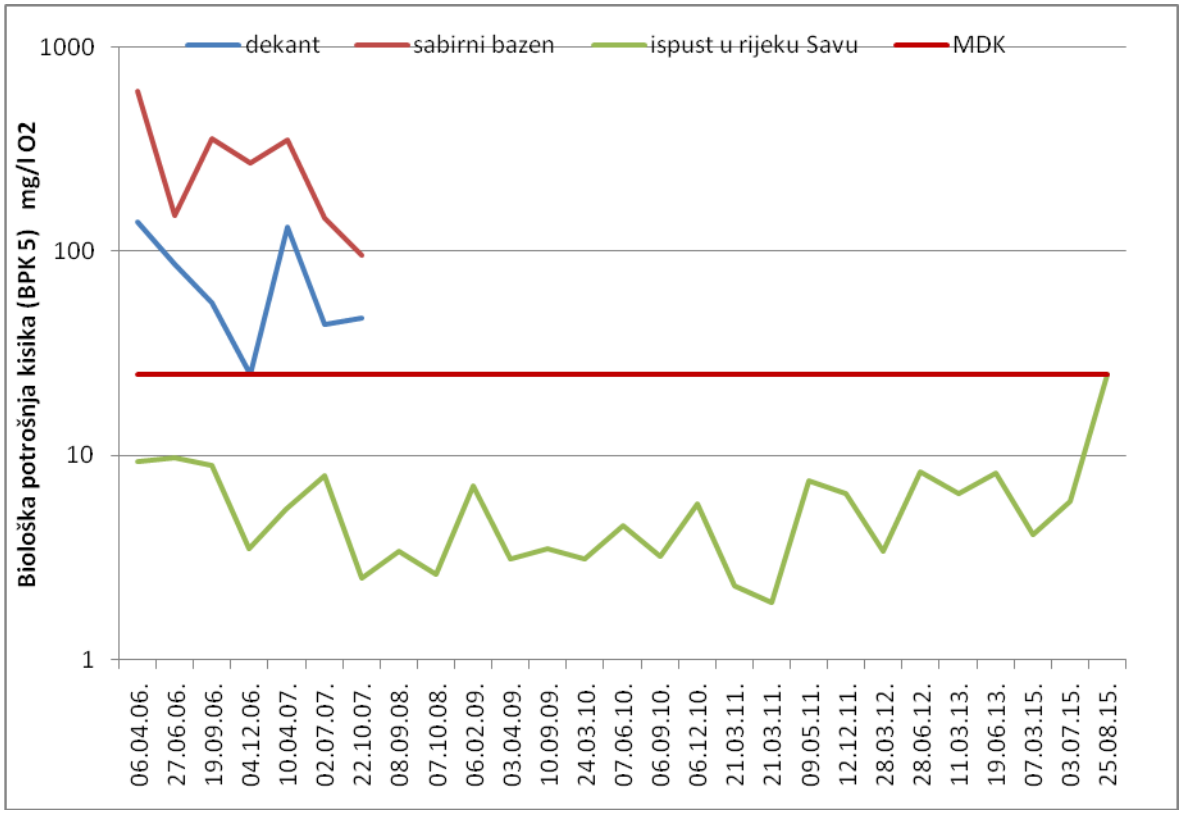
Koncentracija kemijske potrošnje kisika u sabirnom bazenu i dekantu konstantno prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 125 mg/l$O_2$. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 874,00 mg/l $O_2$, u sabirnom bazenu 6.4.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila je 1643,00 mg/l $O_2$. Na samom ispustu u rijeku Savu koncentracije nisu prelazile MDK, samo u jednom uzorku 25.8.2015. godine, kada je izmjerena koncentracija iznosila 140,00 mg/l $O_2$ (Slika 4-1).




Slika 4-1. Kemijska potrošnja kisika u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija biološke potrošnje kisika u sabirnom bazenu i dekantu prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 25 mg/l$O_2$. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 6.4.2006. godine i iznosila je 139,00 mg/l $O_2$, u sabirnom bazenu 6.4.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila je 615,00 mg/l $O_2$. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 25.8.2015. godine i iznosila je 25,00 mg/l $O_2$.

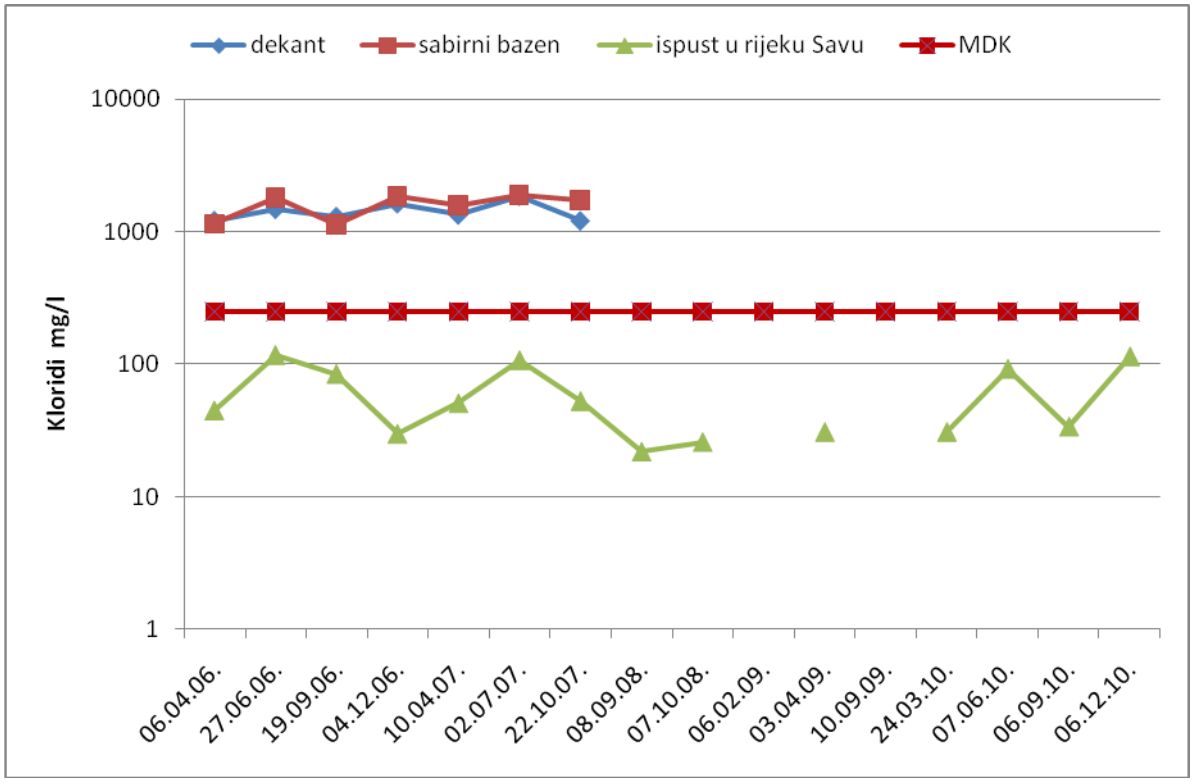
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da biološka potrošnja kisika prije ispusta u rijeku Savu ne prelazi MDK (Slika 4-2).




Slika 4-2. Biološka potrošnja kisika u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija klorida u sabirnom bazenu i dekantu prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 250 mg/l. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 1871,00 mg/l, u sabirnom bazenu 2.7.2007. godine izmjerena koncentracija iznosila je 1885,00 mg/l. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 27.6.2006. godine i iznosila je 118,00 mg/l.

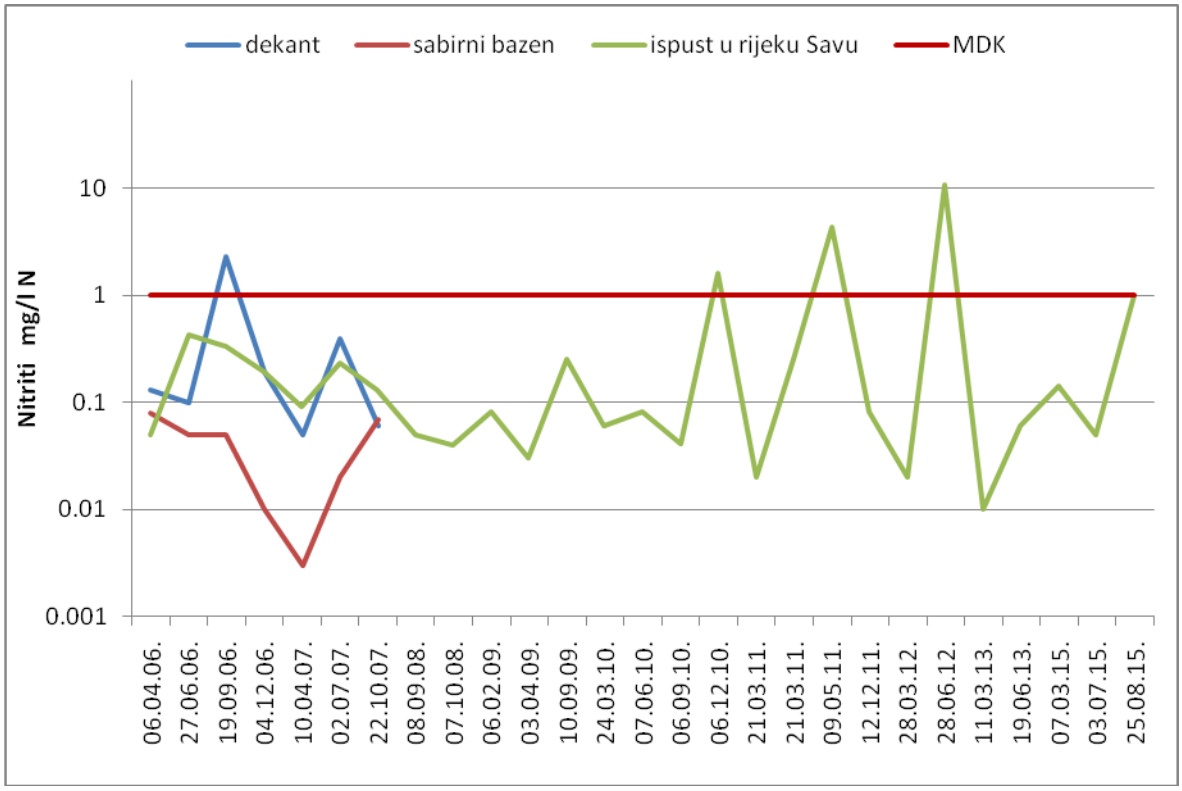
U razdoblju od 2006. do 2010. godine vidljivo je da koncentracija klorida prije ispusta u rijeku Savu ne prelazi MDK (Slika 4-3).




Slika 4-3. Koncentracija klorida u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija nitrita u sabirnom bazenu i dekantu većinom ne prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 1 mg/l N. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 19.9.2006. godine i iznosila je 2,26 mg/l N, u sabirnom bazenu je 6.4.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 0,08 mg/l N. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 28.6.2012. godine i iznosila je 10,56 mg/l N.

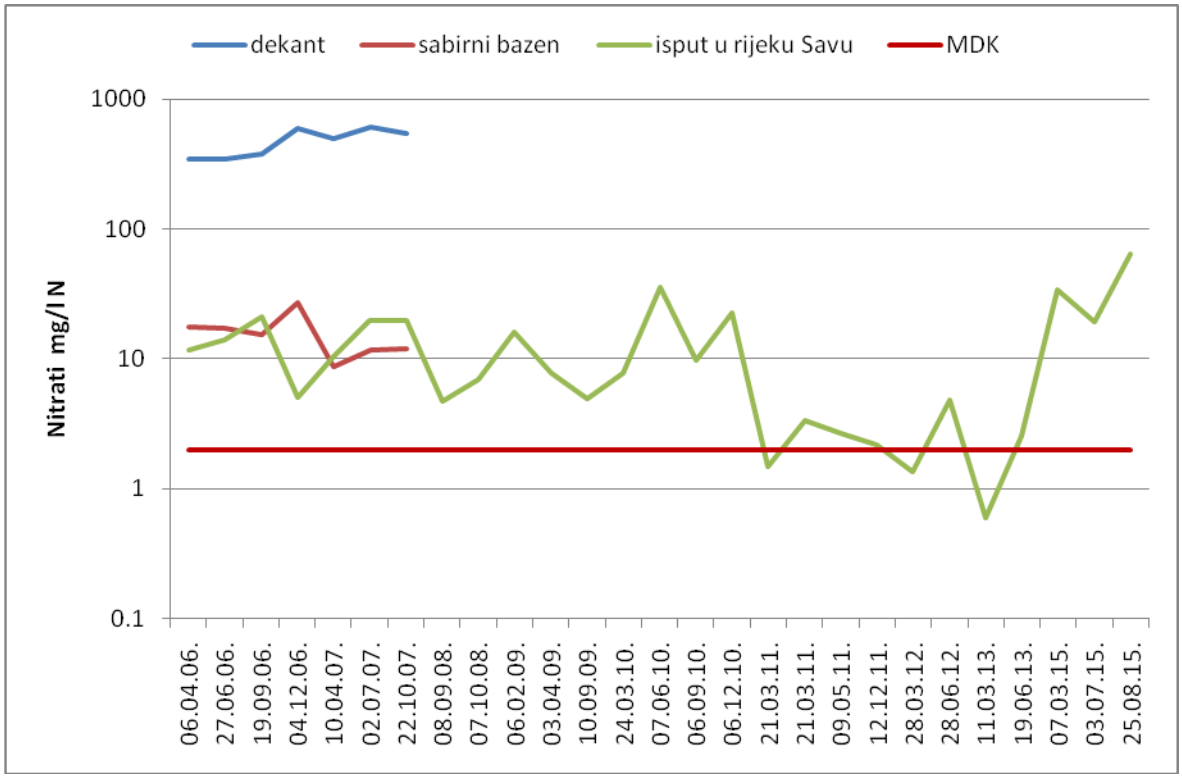
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da nitriti prije ispusta u rijeku Savu većinom ne prelaze MDK, osim u par mjerenja (Slika 4-4).




Slika 4-4. Koncentracija nitrita u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija nitrata u u sabirnom bazenu i dekantu većinom ne prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 2 mg/l N. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 611,08 mg/l N, u sabirnom bazenu je 6.4.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 17,60 mg/l N. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 25.8.2015. godine i iznosila je 64,00 mg/l N.

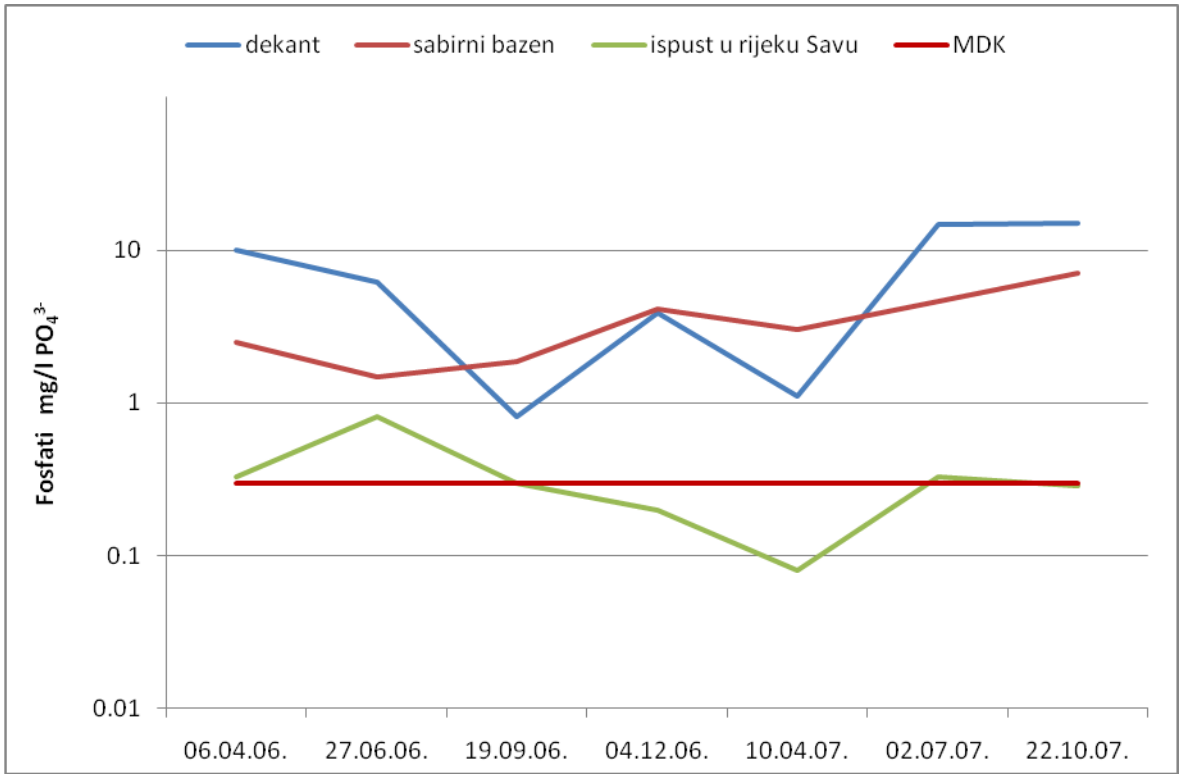
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da nitrati prije ispusta u rijeku Savu većinom prelaze MDK, osim u par mjerenja (Slika 4-5).




Slika 4-5. Koncentracija nitrata u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija fosfata u sabirnom bazenu i dekantu većinom prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 0,3 mg/l $PO_4^{2+}$. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 22.10.2007. godine i iznosila je 15,03 mg/l $PO_4^{2+}$, u sabirnom bazenu je 2.7.2007. godine izmjerena koncentracija iznosila 4,62 mg/l $PO_4^{2+}$. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 27.6.2006. godine, kada je iznosila 0,82 mg/l $PO_4^{2+}$.

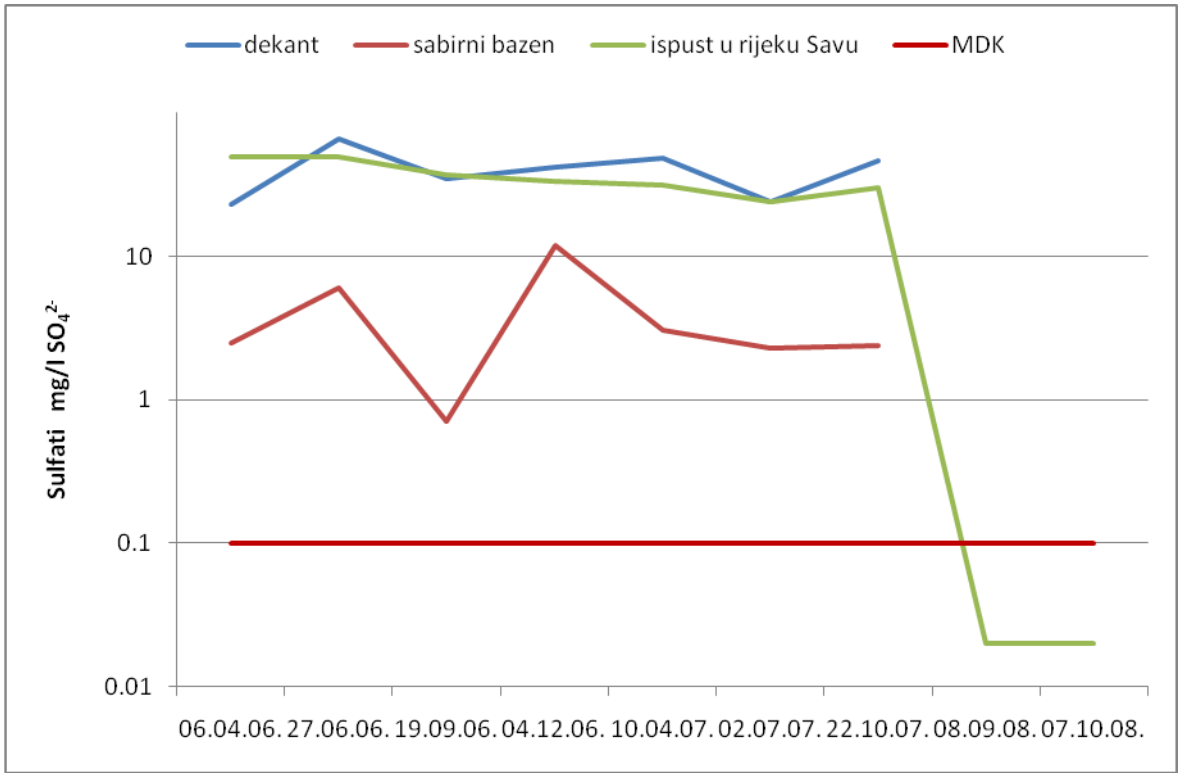
U razdoblju od 2006. do 2007. godine vidljivo je da koncentracija fosfata prije ispusta u rijeku Savu većinom prelazi MDK, osim u par mjerenja (Slika 4-6).




Slika 4-6. Koncentracija fosfata u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija sulfata u sabirnom bazenu i dekantu većinom prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 0,1 mg/l $SO_4^{2+}$. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 27.6.2006. godine i iznosila je 66,00 mg/l $SO_4^{2+}$, u sabirnom bazenu je 4.12.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 12,00 mg/l $SO_4^{2+}$. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 6.4. i 27.6.2006. godine, kada je iznosila 49,00 mg/l $SO_4^{2+}$.

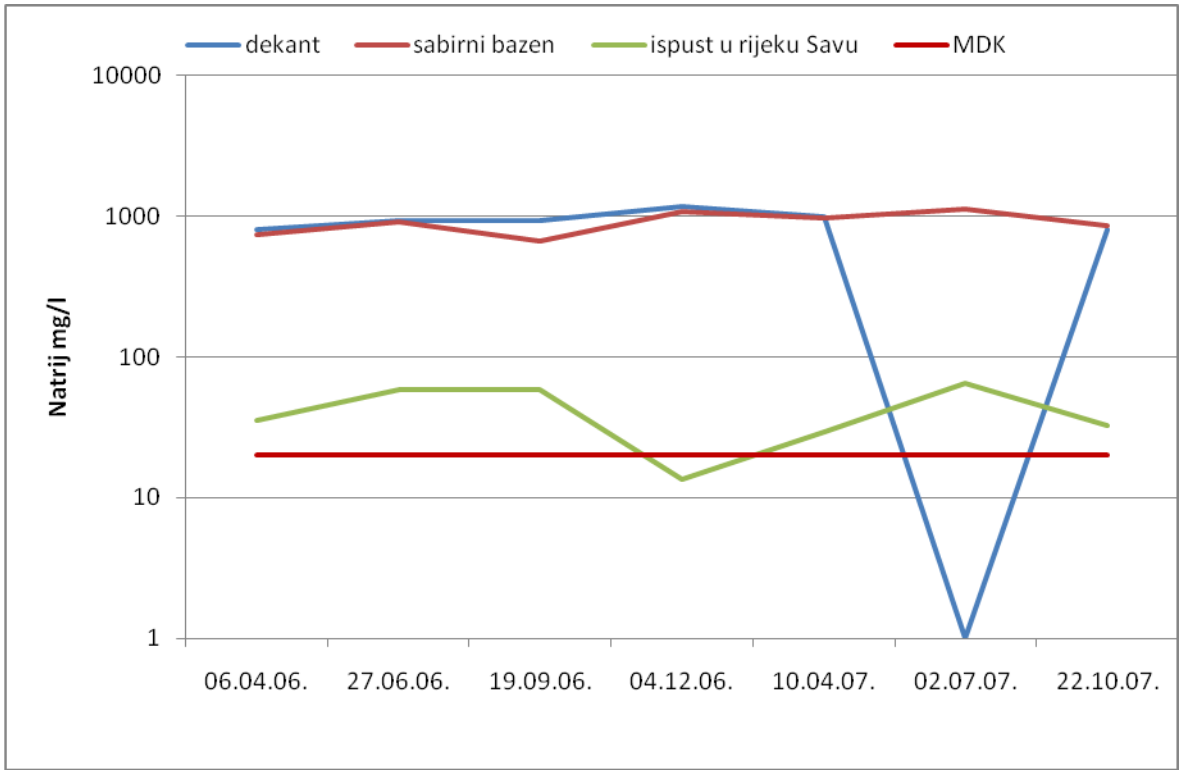
U razdoblju od 2006. do 2008. godine vidljivo je da koncentracija sulfata prije ispusta u rijeku Savu većinom prelazi MDK, osim u par mjerenja (Slika 4-7).




Slika 4-7. Koncentracija sulfata u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracije natrija u sabirnom bazenu i dekantu većinom prelaze maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 20 mg/l. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 1222,00 mg/l, u sabirnom bazenu je 2.7.2007. godine izmjerena koncentracija iznosila 1122,59 mg/l. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 64,66 mg/l.

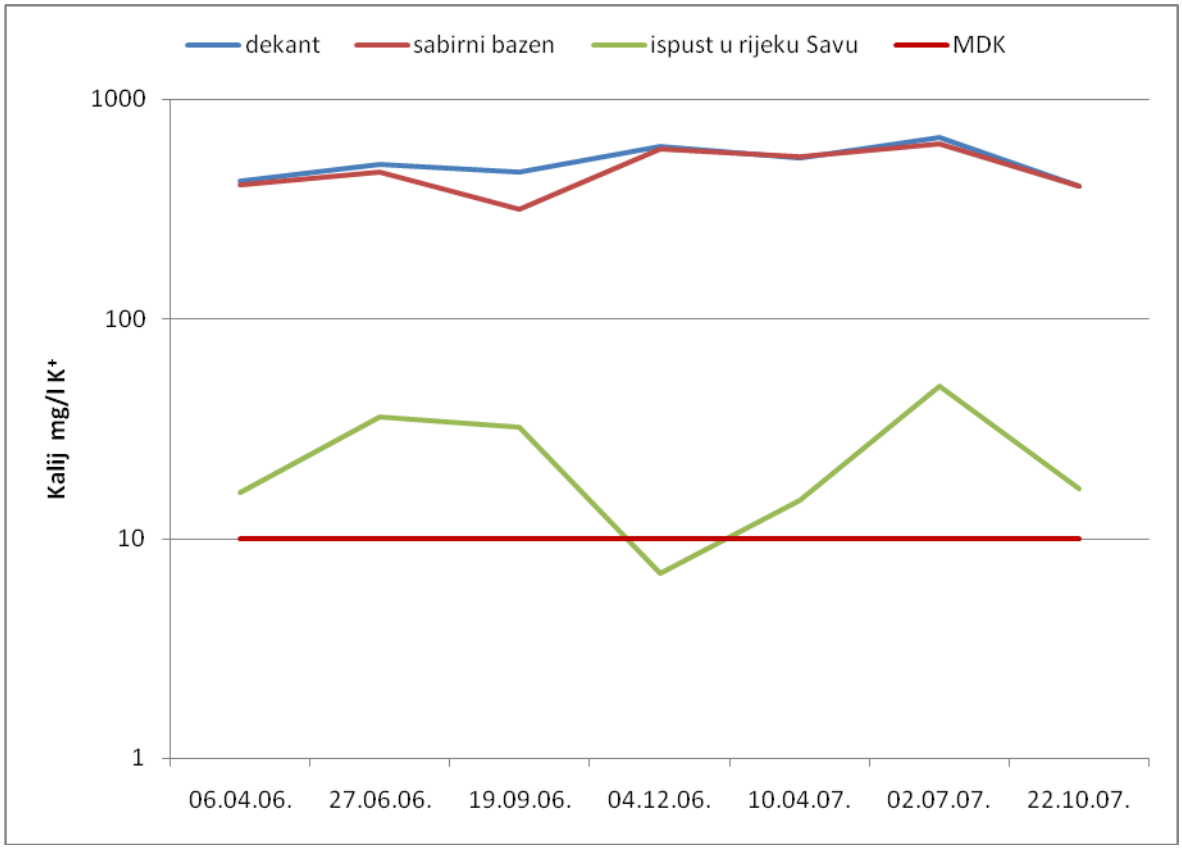
U razdoblju od 2006. do 2007. godine vidljivo je da natrij prije ispusta u rijeku Savu većinom prelazi MDK (Slika 4-8).




Slika 4-8. Koncentracija natrija u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracije kalija u sabirnom bazenu i dekantu prelaze maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 10 mg/l $K^{2+}$. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 674,79 mg/l $K^{2+}$, u sabirnom bazenu je 2.7.2007. godine izmjerena koncentracija iznosila 624,68 mg/l $K^{2+}$. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 2.7.2007 . godine i iznosila je 49,61 mg/l $K^{2+}$.

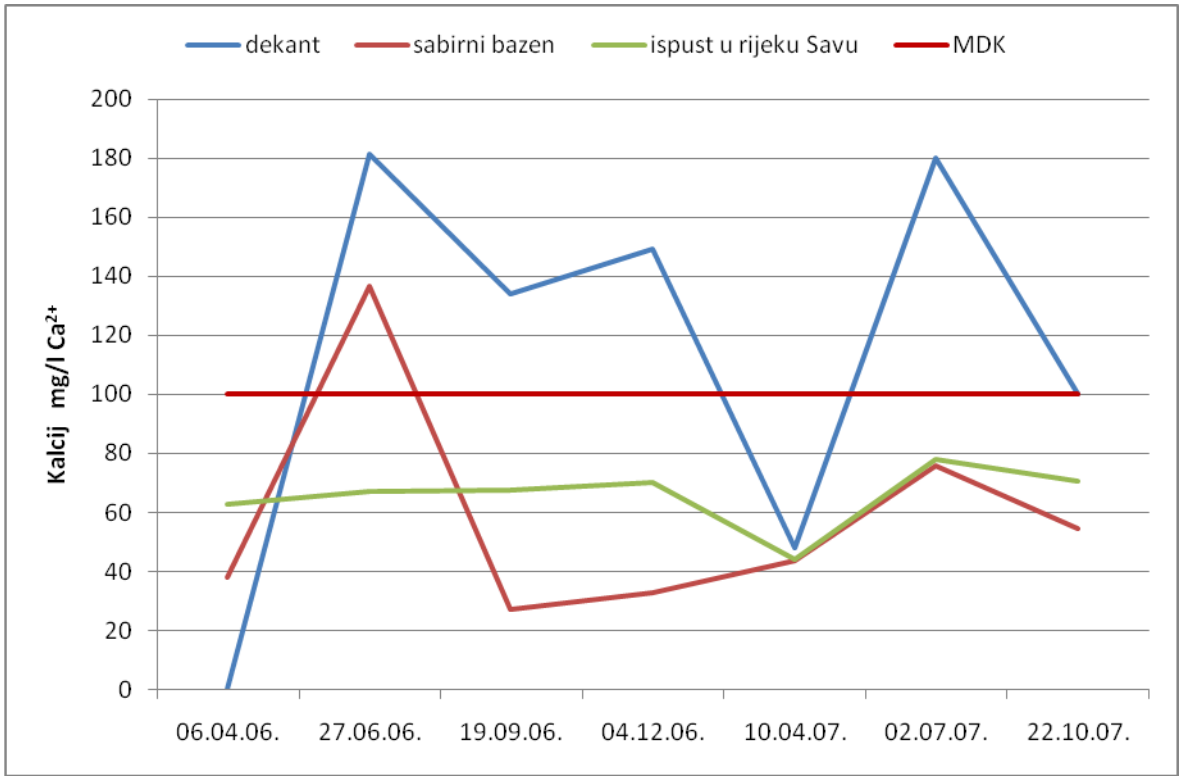
U razdoblju od 2006. do 2007. godine vidljivo je da kalij prije ispusta u rijeku Savu većinom prelazi MDK (Slika 4-9).




Slika 4-9. Koncentracija kalija u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija kalcija u dekantu u većini mjerenja prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 100 mg/l $Ca^{2+}$, dok je u sabirnom bazenu to uočeno samo u par mjerenja. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 6.4.2006. godine i iznosila je 208,00 mg/l $Ca^{2+}$, u sabirnom bazenu je 27.6.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 136,80 mg/l $Ca^{2+}$. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 22.10.2007. godine i iznosila je 70,4 mg/l $Ca^{2+}$.

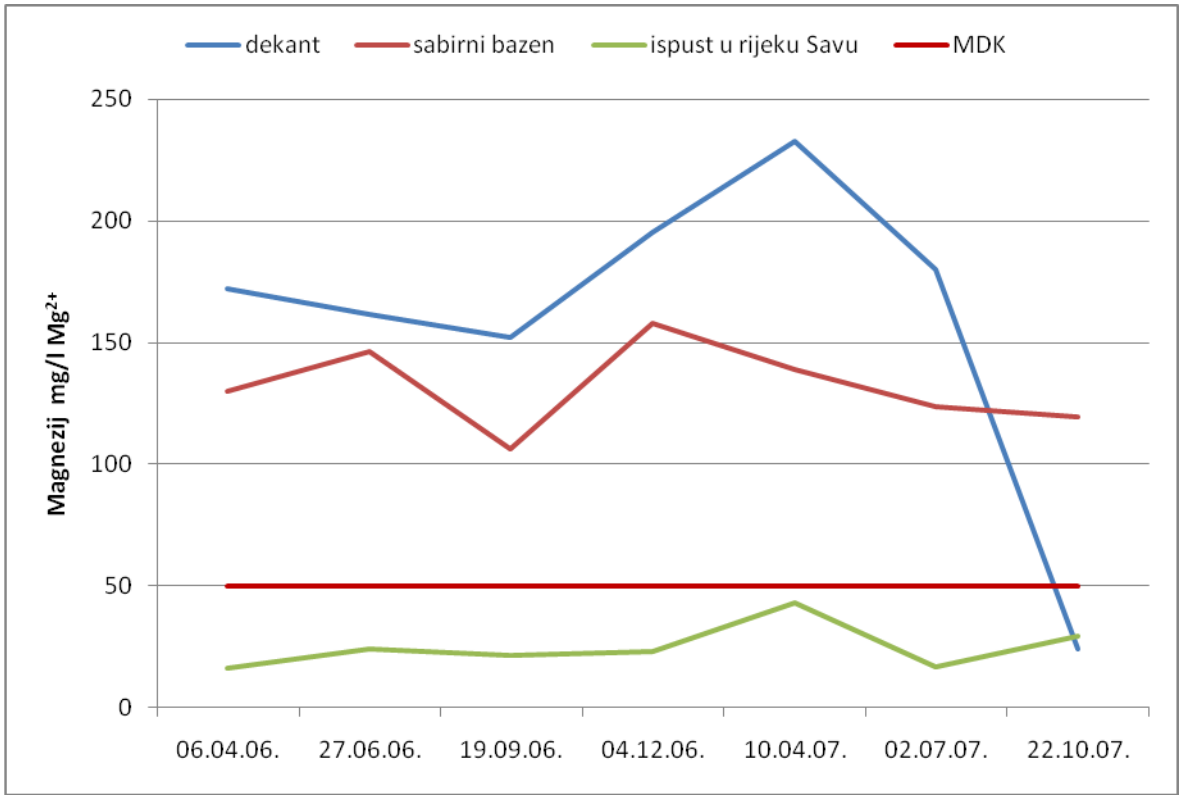
U razdoblju od 2006. do 2007. godine vidljivo je da kalcij prije ispusta u rijeku Savu ne prelazi MDK (Slika 4-10).




Slika 4-10. Koncentracija kalcija u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija magnezija u sabirnom bazenu i dekantu u većini mjerenja prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 50 mg/l $Mg^{2+}$. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 10.4.2007. godine i iznosila je 232,80 mg/l $Mg^{2+}$, u sabirnom bazenu je 27.6.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 158,20 mg/l $Mg^{2+}$. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 10.4.2007. godine i iznosila je 43,2 mg/l $Mg^{2+}$.

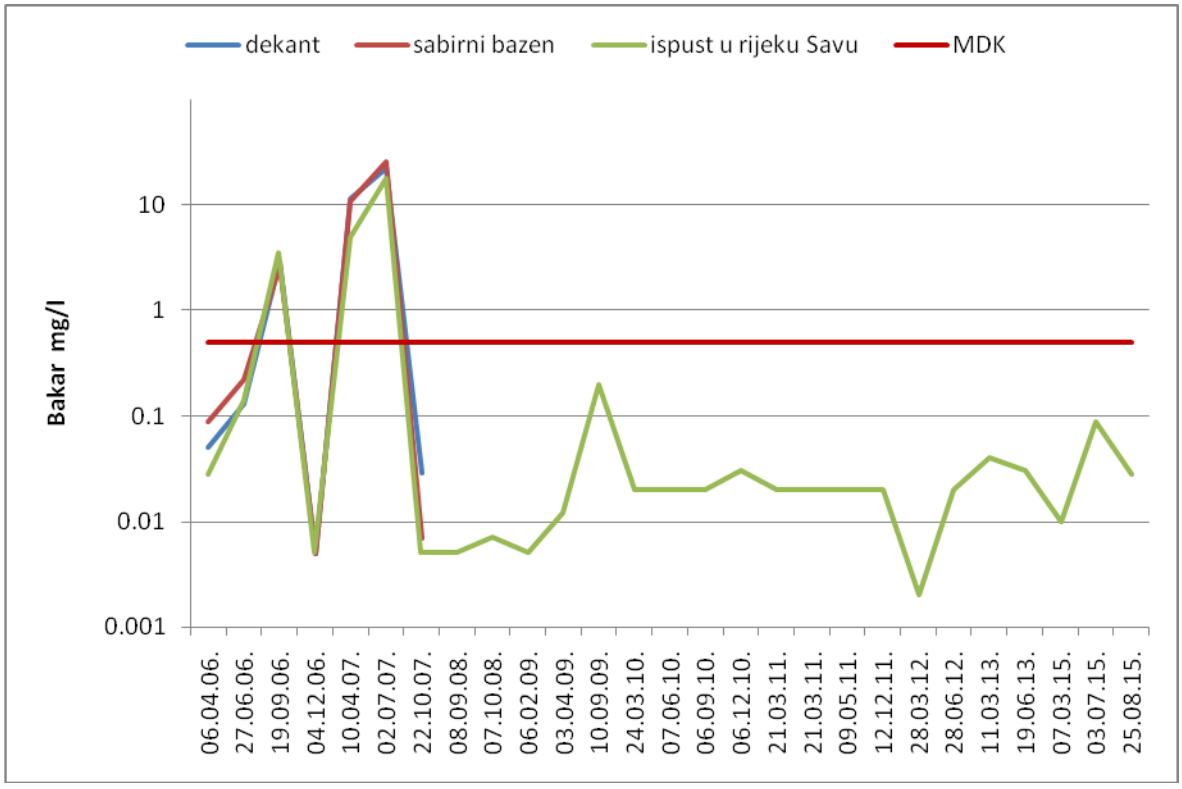
U razdoblju od 2006. do 2007. godine vidljivo je da magnezij prije ispusta u rijeku Savu ne prelazi MDK (Slika 4-11).




Slika 4-11. Koncentracija magnezija u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija bakra u sabirnom bazenu i dekantu u par mjerenja prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 0,5 mg/l. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 22,05 mg/l, u sabirnom bazenu je 2.7.2007. godine izmjerena koncentracija iznosila 25,86 mg/l. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 18,07 mg/l.

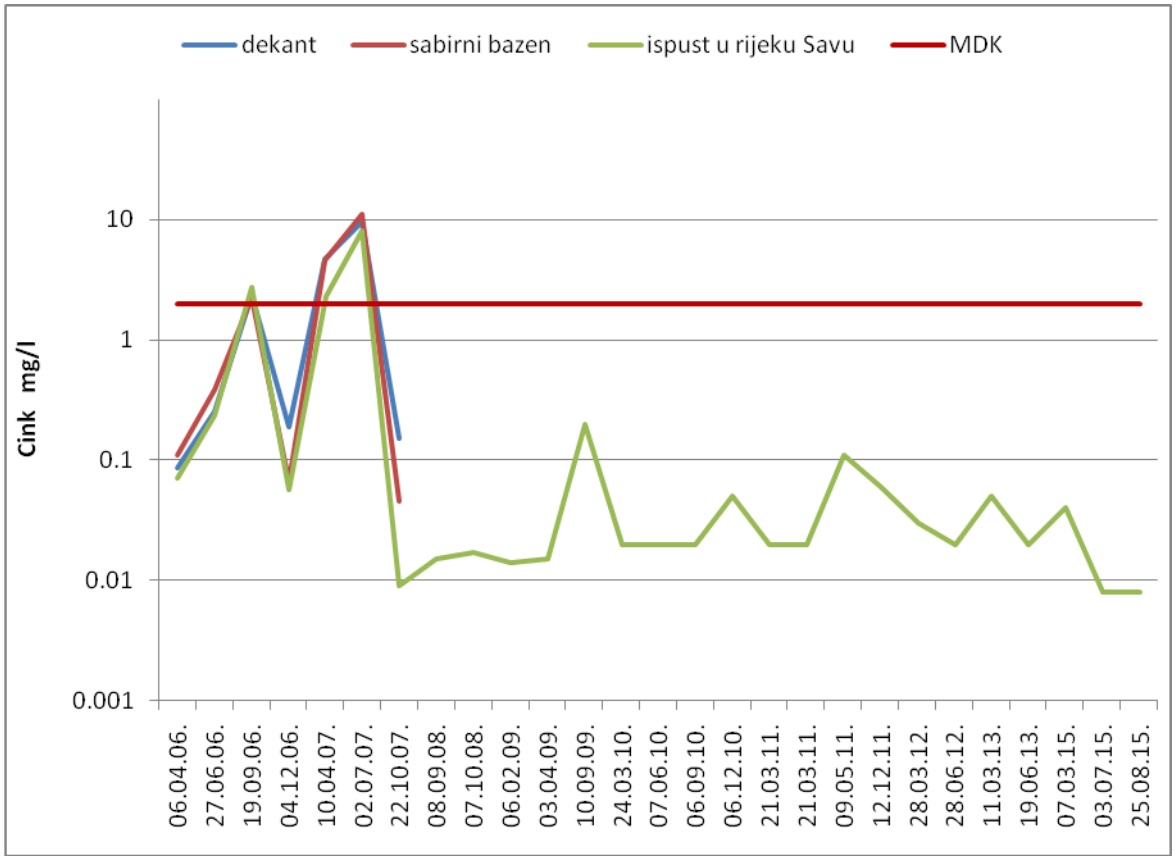
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da bakar prije ispusta u rijeku Savu ne prelazi MDK, samo u par mjerenja koja su bila 2006. i 2007. godine (Slika 4-12).




Slika 4-12. Koncentracija bakra u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija cinka u sabirnom bazenu i dekantu u par mjerenja prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 2 mg/l. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 9,56 mg/l, u sabirnom bazenu je 10.4.2007. godine izmjerena koncentracija iznosila 11,00 mg/l. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 2.7.2007. godine i iznosila je 8,15 mg/l.

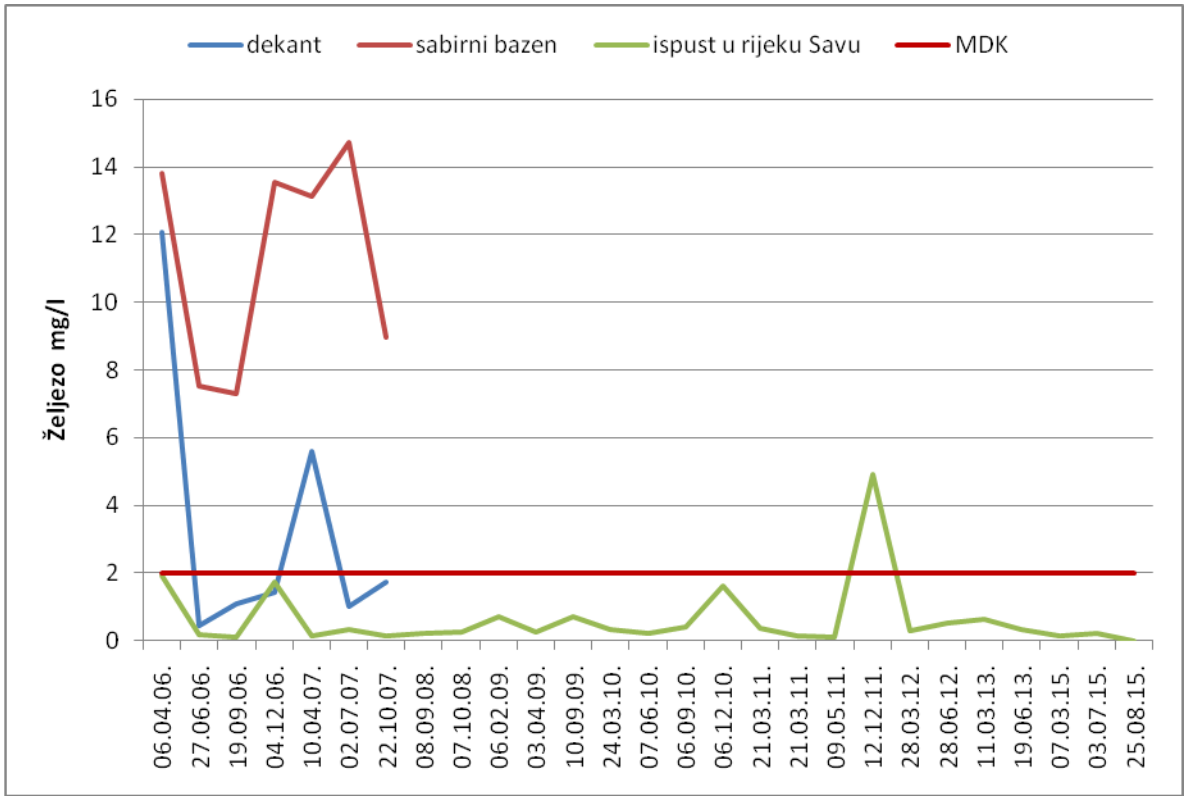
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da cink prije ispusta u rijeku Savu ne prelazi MDK, samo u par mjerenja koja su bila 2006 i 2007.godine (Slika 4-13).




Slika 4-13. Koncentracija cinka u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec.

Koncentracija željeza u sabirnom bazenu i dekantu u većini mjerenja prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 2 mg/l. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 6.4.2006. godine i iznosila je 12,08 mg/l, u sabirnom bazenu je 4.12.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 13,55 mg/l. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 12.12.2011. godine i iznosila je 4,91 mg/l.

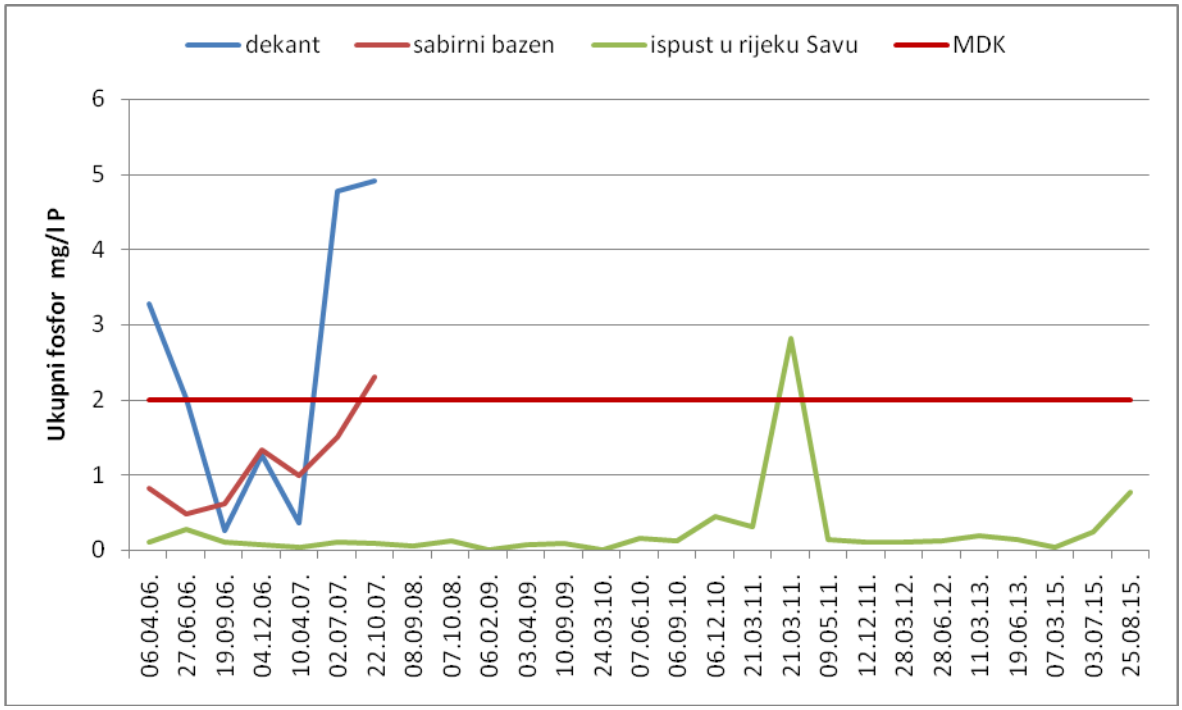
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da željezo prije ispusta u rijeku Savu ne prelazi MDK, odnosno zabilježena je tek jedna vrijednost MDK i to 2012. godine (Slika 4-14).




Slika 4-14. Koncentracija željeza u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija ukupnog fosfora u sabirnom bazenu i dekantu u većini mjerenja prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) od 2 mg/l P. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 6.4.2006. godine i iznosila je 3,28 mg/l P, u sabirnom bazenu je 4.12.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 2,31 mg/l P. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 21.3.2011. godine i iznosila je 2,81 mg/l P.

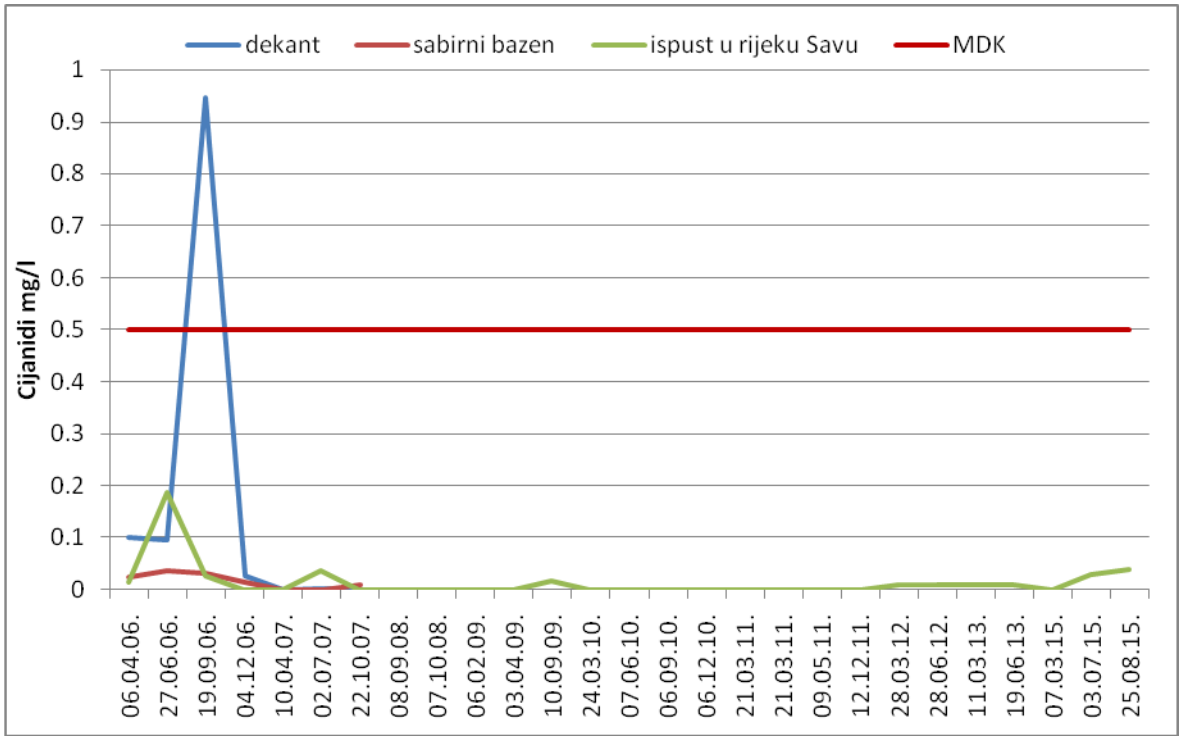
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da ukupni fosfor prije ispusta u rijeku Savu ne prelazi MDK, osim jednog uzorka 2011. godine (Slika 4-15).




Slika 4-15. Ukupni fosfor u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec - Prudinec

Koncentracija cijanida u sabirnom bazenu nije prešla maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK), a u dekantu je u samom jednom mjerenju prešla MDK od 0,5 mg/l. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 6.4.2006. godine i iznosila je 0,102 mg/l, u sabirnom bazenu je 4.12.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 0,036 mg/l. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 27.6.2006. godine i iznosila je 0,186 mg/l.

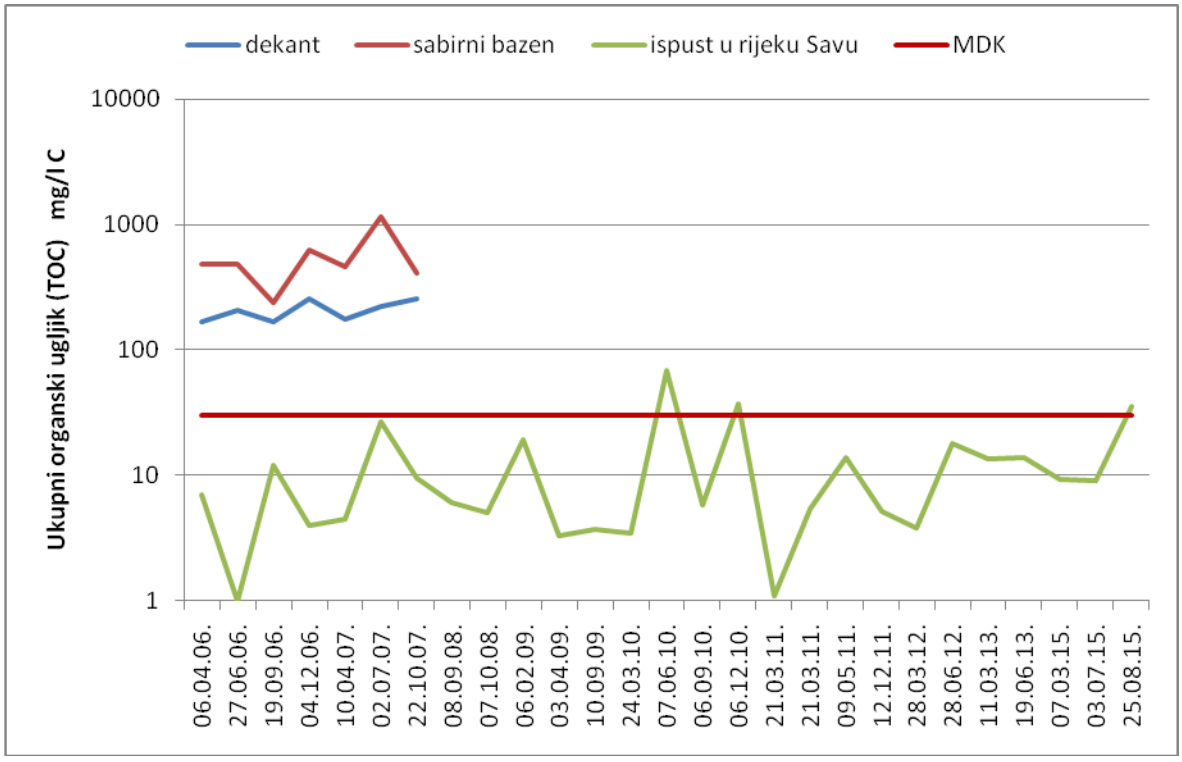
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da koncentracije cijanida prije ispusta u rijeku Savu ne prelaze MDK (Slika 4-16).




Slika 4-16. Koncentracija cijanida u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija ukupnog organskog ugljika (TOC) u sabirnom bazenu i dekantu kroz cijelo vrijeme mjerenja prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) koja iznosi 30 mg/l C. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 22.10.2007. godine i iznosila je 259,20 mg/l C, u sabirnom bazenu 2.7.2007. godine izmjerena koncentracija iznosila 1169,00 mg/l C. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 7.6.2010. godine gdje je prošla MDK i iznosila je 68,10 mg/l C.

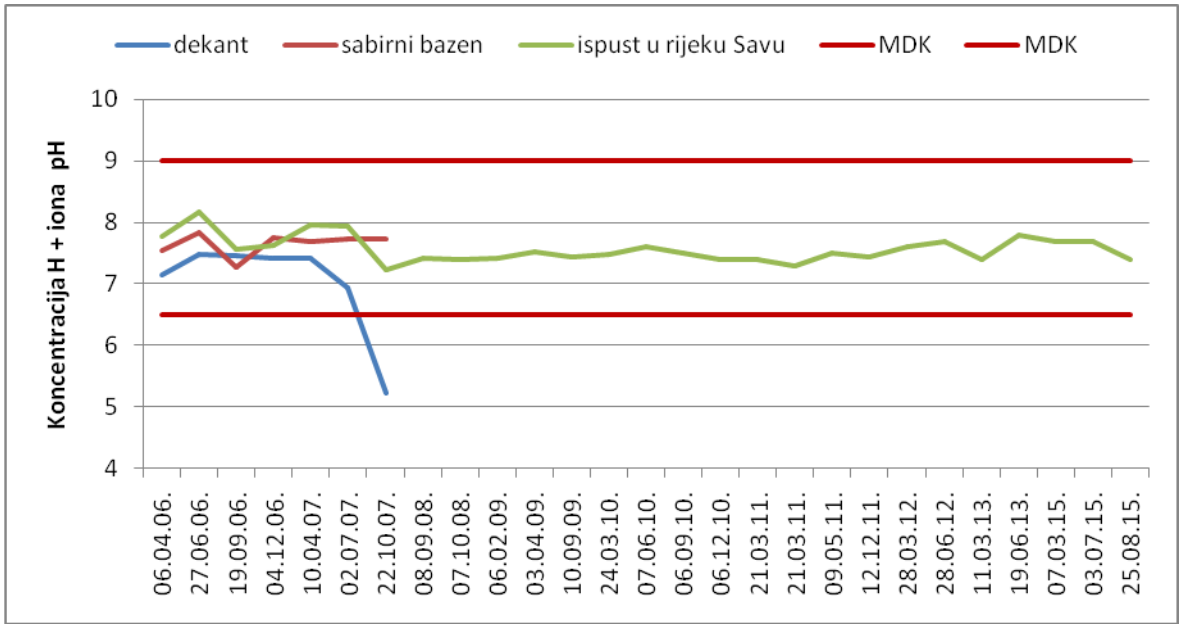
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da koncentracije ukupnog organskog ugljika (TOC) prije ispusta u rijeku Savu ne prelaze MDK, osim u dva mjerenja (Slika 4-17).




Slika 4-17. Ukupni organski ugljik (TOC) u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija $H^+$ iona u sabirnom bazenu tijekom cijelog vremena mjerenja unutar je maksimalno i minimalno dopuštenih koncentracija, dok u dekantu kroz cijelo vrijeme mjerenja većinom ne prelazi MDK, osim u par mjerenja. Koncentracija $H^+$ iona mora varirati između vrijednosti koje iznose 6,5 i 9,0. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 27.6.2006. godine i iznosila je 7,49, a najmanja je iznosila 5,23, a izmjerena je 22.10.2007. godine. U sabirnom bazenu najveća koncentracija izmjerena je 27.6.2006. godine i iznosila je 7,83, a najmanja je izmjerena 19.9.2006.godine i iznosila je 7,28. Na lokaciji ispusta u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 27.6.2006. godine i iznosila je 8,18, a najmanja izmjerena koncentracije bila je 21.3.2011. godine i iznosila je 7,30.

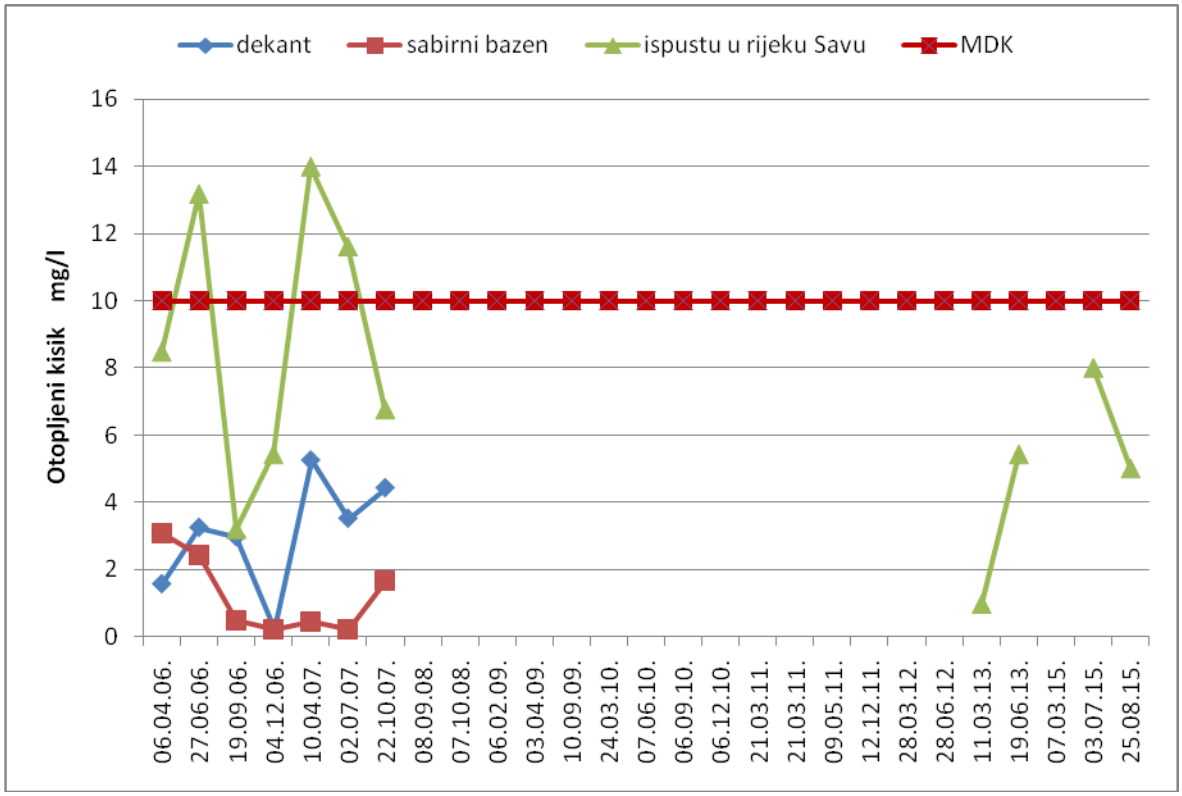
U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da je koncentracija $H^+$ iona između maksimalne i minimalne dopuštene koncentracije prije ispusta u rijeku Savu (Slika 4-18).




Slika 4-18. Koncentracija $H^+$ iona u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Koncentracija otopljenog kisika u sabirnom bazenu i dekantu kroz cijelo vrijeme mjerenja je ispod minimalno dozvoljene koncentracije, koja iznosi 10 mg/l. Najveća koncentracija u dekantu izmjerena je 10.4.2007. godine i iznosila je 5,24 mg/l, u sabirnom bazenu je 6.4.2006. godine izmjerena koncentracija iznosila 3,07 mg/l. Na samom ispustu u rijeku Savu najveća koncentracija izmjerena je 10.4.2007. godine kada je iznosila 13,99 mg/l.

U razdoblju od 2006. do 2015. godine vidljivo je da otopljeni kisik prije ispusta u rijeku Savu i dalje ispod minimalno dopuštene koncentracije, osim u par mjerenja (Slika 4-19).




Slika 4-19. Otopljeni kisik u procjednoj vodi odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec

Osvrtom na izrađene grafove vidljivo je da je pročišćivač u većini slučajeva uspio sniziti vrijednosti koncentracija mjerenih parametara u vodi prije ispusta u rijeku Savu (u odnosu na vrijednosti istih parametara koji su mjereni u dekantu i u sabirnom bazenu). Parametrima kao što su cijanidi, magnezij, kalcij, kloridi i biološka potrošnja kisika, pročišćivač je uspješno smanjio vrijednosti koncentracija u vodi prije ispusta u Savu i to ispod vrijednosti maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) kao što je vidljivo na slikama 4-2, 4-3, 4-10, 4-11 i 4-16 prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda. U slučaju koncentracije $H^+$ iona uspio je očuvati vrijednost između maksimalne i minimalne dopuštene koncentracije kao što je vidljivo u slici 4-18. Sadržaj ukupnog organskog ugljika (TOC), koncentracije ukupnog fosfora, željeza, kalija, natrija, sulfata, fosfata, nitrata, nitrita i kemijske potrošnje kisika, pročišćivač je u većini slučajeva uspješno smanjio ispod MDK vrijednosti, dok u par mjerenja nije kao što je vidljivo u slikama 4-1, 4-4, 4-5, 4-6, 4-7, 4-8, 4-9, 4-14, 4-15 i 4-17. Koncentracija otopljenog kisika bi trebala prelaziti MDK, ali u par mjerenja ne prelazi kao što je vidljivo na slici 4-19.

Kod parametara poput bakra i cinka kao što je vidljivo na slikama 4-12 i 4-13 i tablici 4-1 uređaja za pročišćavanje nije uspio smanjiti koncentracije. Vrijednosti u

dekantu, sabirnom bazenu i prije ispusta u rijeku Savu su približno istih vrijednosti, što upućuje na probleme pri čišćenju procjednih voda.

Uspoređujući izmjerene koncentracije razmatranih parametara na dekantu i sabirnom bazenu s koncentracijama izmjerenim na ispustu u rijeku Savu računata je učinkovitost uređaja za pročišćavanje.

Iz tablice 4-1 vidljivo je da uređaja za pročišćavanje je uspješno pročistio pojedine parametre iz procjednih voda uspoređujući izmjerene koncentracije razmatranih parametara na dekantu i ispustu u rijeku Savu. Parametri poput kemijske potrošnje kisika (KPK), biološke potrošnje kisika (BPK), klorida, nitrita, fosfata, natrija, kalija, ukupnog fosfora i ukupnog organskog ugljika (TOC) učinkovitost pročišćivanja u procjednoj vodi veća od 90%. Dok parametrima poput nitirita, sulfata, bakra, cinka, magnezija, kalcija, željeza, cijanida, učinkovitost pročišćivanja u procjednoj vodi manja od 90%. Koncentracija $H^+$ iona i otopljenog kisika se povećala što upućuje na dobru efikasnost uređaja za pročišćavanje procjednih voda.

Tablica 4-1. Prosječna učinkovitost uređaja za pročišćavanje po parametru

| Parametar | Dekant | Sabirni bazen | Ispust u rijeku Savu | Učinkovitost ispust u rijeku savu/dekantu | Učinkovitost ispust u rijeku savu/sabirnom bazenu |
|---|---|---|---|---|---|
| Kemijska potrošnja kisika KPK(Cr) mg/l $O_2$ | 611,14 | 1249,14 | 36,86 | 93,97% | 97,05% |
| Biološka potrošnja kisika (BPK 5) mg/l $O_2$ | 75,57 | 284,14 | 6,80 | 91,00% | 97,61% |
| Kloridi mg/l | 1446,00 | 1588,14 | 70,00 | 95,16% | 95,59% |
| Nitriti mg/l N | 0,45 | 0,04 | 0,21 | 54,72% | -408,83% |
| Nitrati mg/l N | 478,47 | 15,59 | 14,51 | 96,97% | 6,95% |
| Fosfati mg/l $PO_4^{3-}$ | 7,38 | 3,53 | 0,34 | 95,45% | 90,48% |
| Sulfati mg/l $SO_4^{2-}$ | 40,57 | 4,16 | 36,14 | 10,92% | -769,42% |
| Natrij mg/l | 935,75 | 905,79 | 41,86 | 95,53% | 95,38% |
| Kalij mg/l $K^+$ | 518,41 | 480,04 | 24,62 | 95,25% | 94,87% |
| Kalcij mg/l $Ca^{2+}$ | 132,10 | 58,36 | 65,69 | 50,27% | -12,56% |
| Magnezij mg/l $Mg^{2+}$ | 159,76 | 132,01 | 24,88 | 84,42% | 81,15% |
| Bakar mg/l | 5,22 | 5,67 | 3,83 | 26,71% | 32,53% |
| Cink mg/l | 2,48 | 2,64 | 1,95 | 21,16% | 25,94% |
| Željezo mg/l | 3,36 | 11,29 | 0,66 | 80,20% | 94,11% |
| Ukupni fosfor mg/l P | 2,41 | 1,15 | 0,11 | 95,38% | 90,32% |
| Cijanidi mg/l | 0,20 | 0,02 | 0,04 | 77,41% | -126,50% |
| Ukupni organski ugljik (TOC) mg/l C | 209,66 | 554,53 | 9,48 | 95,48% | 98,29% |
| Koncentracija $H^+$ iona pH | 7,02 | 7,65 | 7,76 | -10,53% | -1,36% |
| Otopljeni kisik mg/l | 3,02 | 1,22 | 8,95 | -195,94% | -632,40% |

Uspoređujući izmjerene koncentracije razmatranih parametara (tablica 4-1) na sabirnom bazenu i ispustu u rijeku Savu vidljivo da je uređaja za pročišćavanje uspješno pročistio ili smanjio koncentracije pojedinih parametara. Za parametre poput kemijske potrošnje kisika (KPK), biološke potrošnje kisika (BPK), klorida, fosfata, natrija, kalija, željezo, ukupni fosfor, i ukupnog organskog ugljika (TOC) učinkovitost pročišćivanja u

procjednoj vodi veća je od 90%. Dok je za parametre poput nitrita, magnezija, bakra, cinka, učinkovitost pročišćivanja u procjednoj vodi manja od 90%. Koncentracija $H^+$ iona i otopljenog kisika se povećala što upućuje na dobru efikasnost uređaja za pročišćavanje procjednih voda.

# 5. ZAKLJUČAK

Cilj diplomskog rada je analiza stanja kakvoće pročišćene vode na lokaciji ispusta u rijeku Savu, te učinkovitosti uređaja za pročišćivanje procjedne vode odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec.

U dekantu, sabirnom bazenu i prije ispusta u rijeku Savu se vrši uzorkovanje i testiranje vode na 60-tak parametara, primjerice KPK (kemijska potrošnja kisika), BPK (biološka potrošnja kisika), boja, miris, koncentracija $H^+$ iona, temperatura vode, željeza, bakra, amonija, nitrata, nitrita, sulfata, sulfita, TOC-a (ukupni organski ugljik), arsena, žive, selena, nikla, cinka, i mnogih drugih. Od svih razmatranih parametara izdvojeno je njih 19, jer su im vrijednosti prelazile iznad maksimalno dopuštene koncentracije.

Provedena analiza uzoraka procjedne vode uzorkovanih u razdoblju od 2006. do 2015. godine ukazuje da u većini analiziranih slučajeva pročišćivač procjednih voda odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec uspješno pročisti procjednu vodu prije ispusta u rijeku Savu.

# 6. LITERATURA


Basch, O. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000 - List Ivanić Grad. Geološki zavod Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.

Basch, O. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Tumač za list Ivanić Grad. Geološki zavod Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.

Drnjević, B. (2003): Osnovni tehnički podaci o Odlagalištu I. kategorije Prudinec. Gospodarstvo i okoliš, 64, str. 531-534, Zagreb

Drnjević, B. i Koren, Ž. (2000): Sanacija odlagališta Jakuševec-Prudinec, Glavni projekt za glavni paket A-1. Projekt, ZGOS d.o.o., Zagreb.

Hajdarović, K., Sesar, S. i Mulabdić, M. (2004.): Uloga geotekstila u odlagalištima otpada. Zbornik radova VIII. Međunarodnog simpozija Gospodarenje otpadom, str. 359-367, Zagreb.

Narodne novine, br. 49/07, 144/10. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće., Zagreb. (01.11.2015.)

Narodne novine, br. 153/09., 63/11., 130/11. i 56/13. Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda., Zagreb. (01.11.2015.)

Prce, M. (2007): *Utjecaj odlagališta otpada Jakuševec-Prudinec na tlo i podzemnu vodu*. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu. (01.11.2015.)

Schaller, A., Subašić, D., Kufrin, J. i Dragičević Kučar, S. (2004.): Odlaganje i stanje odlagališta otpada u RH-pokazatelji brige lokalne zajednice za okoliš. Zbornik radova VIII. Međunarodnog simpozija Gospodarenje otpadom, str. 19-32, Zagreb.

Vasiljević, R. (2012): *Identifikacija utjecaja odlagališta Jakuševec-Prudinec na podzemne vode zagrebačkog vodonosnika.* Doktorski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Vukelić, A. i Drnjević, B. (2004): Određivanje količina procjednih voda za sanitarno odlagalište otpada. Zbornik radova VIII. Međunarodnog simpozija Gospodarenja otpadom, str. 435-445, Zagreb.

Internet izvori:

http://www.zgos.hr (01.11.2015.)

http://www.zgos.hr/default.aspx?id=34 (01.11.2015.)

Pipelife, 2015: http://www.pipelife.com/media/generic/pdfs/eco_systems /pipelife_sbr_system.pdf (01.11.2015.)

PRILOG 1. Kemijska kakvoća procjednih voda u dekantu

| **Analitički broj:** | | | **176** | **349** | **534** | **720** | **219** | **430** | **615** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OZNAKA UZORKA:** | **MDK** | **JEDINICE** | **DEKANT** | **DEKANT** | **DEKANT** | **DEKANT** | **DEKANT** | **DEKANT** | **DEKANT** |
| **Datum:** | | | **06.04.06.** | **27.06.06.** | **19.09.06.** | **04.12.06.** | **10.04.07.** | **02.07.07.** | **22.10.07.** |
| Boja | - | - | smeđa | tamno smeđa | žuto-smeđa | žuto-smeđa | | | |
| Miris | - | - | primjetan | primjetan | primjetan | primjetan | , | | |
| Kemijska potrošnja kisika KPK(Cr) | ≤125 | mg/l O2 | 555 | 624 | 491 | 607 | | 874 | 610 |
| Ukupni suhi ostatak (105°C) | - | mg/l | 5662 | 6450 | 5127 | 6586 | 5739 | 7392 | 5683 |
| Ukupna tvrdoća | - | mg/l Ca | 495,2 | 442,2 | 388 | 474,4 | 436 | 480 | 350,4 |
| Utrošak kiseline -m | / | mval HCl/l | 7,7 | 5,8 | 11,1 | 9,6 | 9,82 | 5,9 | 1,19 |
| Utrošak kiseline -p | / | mval HCl/l | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Biološka potrošnja kisika (BPK 5) | ≤25 | mg/l O2 | 139 | 87 | 56 | 25 | 131 | 44 | 47 |
| Fluoridi | ≤10 | mg/l | 0,083 | 0,171 | 0,37 | 0,269 | 0,102 | 0,183 | 0,355 |
| Kloridi | 250 | mg/l | 1228 | 1491 | 1314 | 1644 | 1353 | 1871 | 1221 |
| Nitriti | ≤1 | mg/l N | 0,13 | 0,1 | 2,26 | 0,19 | 0,05 | 0,39 | 0,06 |
| Nitrati | ≤2 | mg/l N | 351,58 | 348,22 | 379,76 | 603,58 | 503 | 611,08 | 552,08 |
| Fosfati | 0,3 | mg/l PO43- | 10,03 | 6,18 | 0,82 | 3,88 | 1,12 | 14,62 | 15,03 |
| Sulfati | 0,1 | mg/l SO42- | 23 | 66 | 35 | 42 | 48 | 24 | 46 |
| Silikati | - | mg/l SiO2 | 12,25 | 10,19 | 18,51 | 13,36 | 10,75 | 18,58 | 18,11 |
| Sulfidi | - | mg/l | 0 | 0,004 | 0 | 0,02 | 0,01 | 3,7 | <0,02 |
| Amonij | ≤10 | mg/l N | 0,68 | 0,38 | 0,29 | 0,77 | 0,26 | 4,23 | 6,49 |
| Natrij | 20 | mg/l | 797,98 | 922,8 | 924,67 | 1171,72 | 991,75 | 1222 | 805,55 |
| Kalij | 10 | mg/l K+ | 423,8 | 507,1 | 466,52 | 616,21 | 540,08 | 674,79 | 400,34 |
| Kalcij | 100 | mg/l Ca2+ | 208 | 181,4 | 134,2 | 149 | 48 | 180 | 100 |
| Magnezij | 50 | mg/l Mg2+ | 172,3 | 161,6 | 152,3 | 195,2 | 232,8 | 180 | 24,1 |
| Krom VI | ≤0,1 | mg/l | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Krom ukupni | ≤0,5 | mg/l | 0,082 | 0,069 | 0,123 | 0,087 | 0,03 | 0,051 | 0,042 |
| Bakar | ≤0,5 | mg/l | 0,051 | 0,13 | 2,863 | 0,005 | 11,42 | 22,05 | 0,029 |
| Cink | ≤2 | mg/l | 0,086 | 0,255 | 2,353 | 0,187 | 4,75 | 9,56 | 0,15 |
| Nikal | ≤0,5 | mg/l | 0,092 | 0,186 | 0,235 | 0,031 | 0,203 | 0,18 | <0,005 |
| Željezo | ≤2 | mg/l | 12,08 | 0,465 | 1,125 | 1,43 | 5,62 | 1,02 | 1,77 |
| Olovo | ≤0,5 | mg/l | 0,013 | <0,005 | 0,058 | <0,005 | 0,151 | 0,28 | <0,005 |
| Kadmij | ≤0,1 | mg/l | <0,001 | <0,001 | 0,0011 | <0,001 | 0,002 | 0,003 | <0,001 |
| Mangan | ≤2 | mg/l | 0,866 | 0,053 | 0,064 | 0,03 | 1,32 | 0,59 | 0,53 |
| Molidben | 0,1 | mg/l | <0,005 | 0,006 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Anionski detergenti | 1 | mg/l | 0,42 | 0,37 | 0,17 | 0,1 | 0,36 | 0,09 | 0,3 |
| Kationski detergenti | 1 | mg/l | 0,33 | 0 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,13 | 0,17 |
| Ukupni fenoli | ≤0,1 | mg/l | 0,007 | 0,01 | 0,015 | 0,008 | 0,005 | 0,006 | 0,009 |
| Ukupni fosfor | ≤2 | mg/l P | 3,28 | 2,02 | 0,27 | 1,27 | 0,37 | 4,78 | 4,91 |
| Cijanidi | ≤0,5 | mg/l | 0,102 | 0,095 | 0,946 | 0,027 | 0 | 0,002 | <0,001 |
| Ukupni koliformi | / | UK/100 mL | 1455 | 1260 | 21200 | 440 | 920 | 2920 | 6800 |
| Fekalni koliformi | / | FK/100 mL | 585 | 42 | 4320 | 10 | 80 | 610 | 560 |
| Fekalni streptokok, 37°C/48h | / | FS/100 mL | 146 | 212 | 2520 | 30 | 160 | 1265 | 90 |
| Broj aerobnih bakterija, 37°C/48h | / | n/1 mL | 2020 | 7900 | 5760 | 2400 | 56000 | 25200 | 5800 |
| Broj aerobnih bakterija, 22°C/72h | / | n/1 mL | 115000 | 6800 | 14680 | 2790 | 139000 | 44000 | 7200 |
| BTEX | 0,02 | µg/l | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Arsen | ≤0,1 | mg/l | 0,0122 | <0,0005 | 0,00494 | <0,0005 | 0,0021 | 0,00414 | 0,0217 |
| Živa | ≤0,01 | mg/l | 0,001 | 0,00016 | 0,00013 | <0,0001 | <0,0001 | 0,00017 | 0,00088 |
| Ukupna ulja | ≤10 | mg/l | 2,69 | 1,18 | 0,84 | 1,17 | 6,98 | 1,23 | 7,03 |
| Mineralna ulja | ≤20 | mg/l | 0,11 | 0,32 | 0,17 | 0,64 | 0,066 | 0,086 | 0,16 |
| Ukupni organski ugljik (TOC) | ≤30 | mg/l C | 168,2 | 208,4 | 169,1 | 258,2 | 177,5 | 227 | 259,2 |
| Otopljeni organski ugljik (DOC) | / | mg/l C | 160,3 | 206,8 | 167,4 | 257,4 | 177,4 | 222,5 | 250,8 |
| Temperatura vode | 35 | oC | 9,2 | 23,3 | 18,11 | 11,23 | 17,11 | 24,3 | 16,2 |
| Koncentracija H + iona | 6,5-8 | pH jedinica | 7,15 | 7,49 | 7,46 | 7,43 | 7,43 | 6,93 | 5,23 |
| Elektrovodljivost | - | µScm-1 | 7010 | 8090 | 6750 | 8740 | 7690 | 9530 | 7480 |
| Redoks potencijal | - | mV | 101 | 131 | 102 | 112 | 98 | 140 | 180 |
| Otopljeni kisik | / | mg/l | 1,56 | 3,24 | 2,96 | 0,23 | 5,24 | 3,51 | 4,42 |
| Slobodni ugljični dioksid | / | mg/l | 2,08 | 38,7 | 71,3 | 61,1 | 556,2 | 157,9 | 77,4 |
| Kloroform | 1 | mg/l | | <0,00000 | <0,00001 | <0,00000 | | | |
| 1,1,1-Trikloretan | 0,1 | mg/l | | <0,00000 | <0,00001 | <0,00000 | | | |
| Tetrakloruglјik | / | mg/l | | <0,00000 | <0,00001 | <0,00000 | | | |
| Trikloreten | <0,0001 | mg/l | | <0,00000 | <0,00001 | <0,00000 | | | |
| Bromdiklormetan | - | mg/l | | 0,00045 | <0,00001 | 0,000008 | | | |
| Tetrakloreten | 0,00001 | mg/l | | 0,00011 | 0,00004 | 0,000189 | | | |
| Dibromklormetan | - | mg/l | | 0,00204 | <0,00001 | 0,0011 | | | |
| Bromoform | 0,001 | mg/l | | 0,00056 | 0,0083 | 0,00012 | | | |
| Ukupni halogenirani ugljikovodici | 0,1 | mg/l | | <1 | <1 | <1 | | | |
| Salmonella | 0 | n/l | | nije izolirana | 0 | nije izolirana | | | |
| Clostridium perfringens (uključujući spore) | 0 | n/100 mL | | 1380 | 6800 | 980 | | | |

PRILOG 2. Kemijska kakvoća procjednih voda u sabirnom bazenu

| **Analitički broj:** | **MDK** | **JEDINICE** | **175** | **348** | **533** | **719** | **218** | **218** | **218** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OZNAKA UZORKA:** | | | **SABIRNI BAZEN** | **SABIRNI BAZEN** | **SABIRNI BAZEN** | **SABIRNI BAZEN** | **SABIRNI BAZEN** | **SABIRNI BAZEN** | **SABIRNI BAZEN** |
| **Datum:** | | | **06.04.06.** | **27.6.2006** | **19.09.06.** | **04.12.06.** | **10.04.07.** | **02.07.07.** | **22.10.07.** |
| Boja | - | - | smeđa | tamno smeđa | žuto-smeđa | žuto-smeđa | | | |
| Miris | - | - | primjetan | primjetan | primjetan | primjetan | | | |
| Kemijska potrošnja kisika KPK(Cr) | ≤125 | mg/l O2 | 1643 | 1001 | 700 | 1550 | 1310 | 1320 | 1220 |
| Ukupni suhi ostatak (105°C) | - | mg/l | 4683 | 5038 | 3667 | 0 | 5255 | 5678 | 5286 |
| Ukupna tvrdoća | - | mg/l Ca | 254,8 | 250,3 | 204,6 | 296,5 | 276 | 282,4 | 253,6 |
| Utrošak kiseline -m | / | mval HCl/l | 21,9 | 55,2 | 60,3 | 80 | 73 | 67 | 77,6 |
| Utrošak kiseline -p | / | mval HCl/l | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Biološka potrošnja kisika (BPK 5) | ≤25 | mg/l O2 | 615 | 150 | 358 | 271 | 353 | 146 | 96 |
| Fluoridi | ≤10 | mg/l | 0,0776 | 0,692 | 0,542 | 0,309 | 0,191 | 0,292 | 0,523 |
| Kloridi | 250 | mg/l | 1143 | 1799 | 1129 | 1846 | 1583 | 1885 | 1732 |
| Nitriti | ≤1 | mg/l N | 0,08 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,003 | 0,02 | 0,07 |
| Nitrati | ≤2 | mg/l N | 17,6 | 17,2 | 15,25 | 27,1 | 8,65 | 11,56 | 11,8 |
| Fosfati | 0,3 | mg/l PO43- | 2,5 | 1,48 | 1,85 | 4,11 | 3,04 | 4,62 | 7,08 |
| Sulfati | 0,1 | mg/l SO42- | 2,5 | 6,1 | 0,71 | 12 | 3,1 | 2,29 | 2,4 |
| Silikati | - | mg/l SiO2 | 18,9 | 12,78 | 17,44 | 6,91 | 9,39 | 17,64 | 17,56 |
| Sulfidi | - | mg/l | 0 | 0 | 0,083 | 0 | 0,02 | 4,612 | <0,02 |
| Amonij | ≤10 | mg/l N | 429,58 | 540,84 | 357,07 | 677,62 | 607,04 | 550,9 | 628,38 |
| Natrij | 20 | mg/l | 742,27 | 907,7 | 665 | 1074,43 | 974,88 | 1122,59 | 853,65 |
| Kalij | 10 | mg/l K+ | 407,12 | 465,7 | 316,79 | 595,28 | 549,3 | 624,68 | 401,39 |
| Kalcij | 100 | mg/l Ca2+ | 37,8 | 136,8 | 27,1 | 32,8 | 43,6 | 76 | 54,4 |
| Magnezij | 50 | mg/l Mg2+ | 130,2 | 146,5 | 106,5 | 158,2 | 139,4 | 123,8 | 119,5 |
| Krom VI | ≤0,1 | mg/l | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Krom ukupni | ≤0,5 | mg/l | 0,066 | 0,08 | 0,081 | 0,1 | 0,04 | 0,084 | 0,071 |
| Bakar | ≤0,5 | mg/l | 0,089 | 0,225 | 2,677 | <0,005 | 10,84 | 25,86 | 0,007 |
| Cink | ≤2 | mg/l | 0,11 | 0,383 | 2,265 | 0,066 | 4,59 | 11 | 0,046 |
| Nikal | ≤0,5 | mg/l | 0,082 | 0,199 | 0,209 | 0,19 | 0,2 | 0,17 | <0,005 |
| Željezo | ≤2 | mg/l | 13,82 | 7,534 | 7,291 | 13,55 | 13,14 | 14,74 | 8,96 |
| Olovo | ≤0,5 | mg/l | <0,005 | 0,006 | 0,069 | <0,005 | 0,157 | 0,33 | 0,006 |
| Kadmij | ≤0,1 | mg/l | <0,001 | <0,001 | 0,0013 | <0,001 | 0,002 | 0,005 | 0,001 |
| Mangan | ≤2 | mg/l | 0,827 | 0,386 | 0,384 | 0,59 | 0,532 | 0,69 | 0,4 |
| Molidben | 0,1 | mg/l | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Anionski detergenti | 1 | mg/l | 0,44 | 0,51 | 0,25 | 0,31 | 0,49 | 0,24 | 0,46 |
| Kationski detergenti | 1 | mg/l | 0,19 | 0,05 | 0,07 | 0 | 0,2 | 0,92 | 0,23 |
| Ukupni fenoli | ≤0,1 | mg/l | 0,116 | 0,023 | 0,024 | 0,065 | 0,024 | 0,019 | 0,024 |
| Ukupni fosfor | ≤2 | mg/l P | 0,82 | 0,48 | 0,61 | 1,34 | 0,99 | 1,51 | 2,31 |
| Cijanidi | ≤0,5 | mg/l | 0,024 | 0,036 | 0,031 | 0,015 | 0 | <0,001 | 0,01 |
| Ukupni koliformi | / | UK/100 mL | 15200 | 3570 | 180000 | 16800 | 26000 | 62600 | 5400 |
| Fekalni koliformi | / | FK/100 mL | 5150 | 270 | 17360 | 300 | 2450 | 16800 | 780 |
| Fekalni streptokok, 37°C/48h | / | FS/100 mL | 1685 | 488 | 6650 | 1540 | 7800 | 38000 | 50 |
| Broj aerobnih bakterija, 37°C/48h | / | n/1 mL | 52100 | 3920 | 472000 | 1308000 | 28800 | 1498000 | 3300 |
| Broj aerobnih bakterija, 22°C/72h | / | n/1 mL | 2650000 | 3900 | 998000 | 2120000 | 53200 | 2100000 | 3700 |
| BTEX | 0,02 | µg/l | 8,25 | 2,87 | 2,53 | <0,5 | 7,72 | 0,74 | 2 |
| Arsen | ≤0,1 | mg/l | 0,0283 | 0,0053 | 0,0141 | 0,026 | 0,0067 | 0,0159 | 0,024 |
| Živa | ≤0,01 | mg/l | 0,0011 | 0,00018 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | 0,00035 | 0,0001 |
| Ukupna ulja | ≤10 | mg/l | 11,9 | 3,68 | 3,47 | 8,28 | 0,72 | 7,8 | 1,96 |
| Mineralna ulja | ≤20 | mg/l | 0,24 | 0,22 | 0,3 | 0,36 | 0,074 | 0,19 | 0,063 |
| Ukupni organski ugljik (TOC) | ≤30 | mg/l C | 488 | 489,2 | 236,4 | 629,5 | 460,2 | 1169 | 409,4 |
| Otopljeni organski ugljik (DOC) | / | mg/l C | 478,8 | 415,9 | 219,9 | 626 | 404,2 | 1146 | 401,8 |
| Temperatura vode | 35 | oC | 11 | 24,5 | 19,6 | 11,2 | 15,42 | 24,4 | 18,3 |
| Koncentracija H + iona | 6,5-8 | pH jedinica | 7,54 | 7,83 | 7,28 | 7,75 | 7,69 | 7,73 | 7,74 |
| Elektrovodljivost | - | µScm-1 | 8400 | 10640 | 7500 | 11690 | 10850 | 11380 | 11470 |
| Redoks potencijal | - | mV | 96 | 112 | 87 | 98 | 102 | 90 | 96 |
| Otopljeni kisik | / | mg/l | 3,07 | 2,43 | 0,49 | 0,22 | 0,46 | 0,22 | 1,66 |
| Slobodni ugljični dioksid | / | mg/l | 397,4 | 540,1 | 331,2 | 1049,6 | 4143,6 | 443 | 552,3 |
| Kloroform | 1 | mg/l | | 0,000015 | <0,00001 | 0,000018 | | | |
| 1,1,1-Trikloretan | 0,1 | mg/l | | <0,00000 | <0,00001 | <0,00000 | | | |
| Tetrakloruglјik | / | mg/l | | 0,00004 | <0,00001 | <0,00000 | | | |
| Trikloreten | <0,0001 | mg/l | | 0,00016 | <0,00001 | 0,000236 | | | |
| Bromdiklormetan | - | mg/l | | 0,000066 | <0,00001 | 0,000052 | | | |
| Tetrakloreten | 0,00001 | mg/l | | 0,000088 | 0,00024 | 0,000138 | | | |
| Dibromklormetan | - | mg/l | | 0,00016 | 0,00062 | 0,00142 | | | |
| Bromoform | 0,001 | mg/l | | 0,00035 | 0,00024 | 0,00142 | | | |
| Ukupni halogenirani ugljikovodici | 0,1 | mg/l | | <1 | <1 | <1 | | | |
| Salmonella | 0 | n/l | | nije izolirana | izolirana | nije izolirana | | | |
| Clostridium perfringens (uključujući spore) | 0 | n/100 mL | | 780 | 8600 | 40000 | | | |

PRILOG 3. Kemijska kakvoća procjednih voda na ispustu u rijeku Savu

| **Analitički broj:** | | | **177** | **350** | **535** | **721** | **220** | **431** | **616** | | | | | | | | | | | | | | **349** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OZNAKA UZORKA:** | **JEDINICE** | **MDK** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** | **ISPUST U SAVU** |
| **Datum:** | | | **06.04.06.** | **27.06.06.** | **19.09.06.** | **04.12.06.** | **10.04.07.** | **02.07.07.** | **22.10.07.** | **08.09.08.** | **07.10.08.** | **06.02.09.** | **03.04.09.** | **10.09.09.** | **24.03.10.** | **07.06.10.** | **06.09.10.** | **06.12.10.** | **21.03.11.** | **21.03.11.** | **09.05.11.** | **12.12.11.** | **28.03.12.** | **28.06.12.** | **11.03.13.** | **19.06.13.** | **07.03.15.** | **03.07.15.** | **25.08.15.** |
| Boja | - | - | svjetlo žuta | svjetlo žuta | svjetlo žuta | bez osobitosti | | | | | | | bez osobitosti | | bez osobitosti | svijetlo smeđa | svjetlo smeđa | svijetlo smeđa | | | | | bez osobina | svjetlo smeđa | bez osobina | bez osobina | svijetlo smeđa | svijetlo žuta | zamućena, smeđa |
| Miris | - | - | slabo primjetan | primjetan | bez osobitosti | bez osobitosti | | | | | | | bez osobitosti | | slabo primjetan | slabo primjetan | slabo primjetan | slabo primjetan | | | | | slabo primjetan | primjetan | slabo primjetan | slabo primjetan | primjetan | neodređen | neodređen |
| Kemijska potrošnja kisika KPK(Cr) | mg/l O2 | ≤125 | 28 | 57 | 38 | <15 | 18 | 81 | 21 | <15 | 8,4 | 28 | <15 | 18,00 | <0,1 | 28 | 22 | 127 | 26,00 | 22,00 | 55,00 | 55,00 | <15 | 78 | 45,00 | 35 | 33 | 46 | 140 |
| Ukupni suhi ostatak (105°C) | mg/l | - | 436 | 692 | 607 | 379 | 412 | 695 | 480 | 415 | | | 373 | | 369 | 653 | 398 | 708 | | | | | 336 | 500 | 421,00 | 381 | 748 | 320,5 | 683 |
| Ukupna tvrdoća | mg/l Ca | - | 90 | 118,9 | 103,8 | 108,5 | 116 | 105,6 | 119,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utrošak kiseline -m | mval HCl/l | / | 3,4 | 5,1 | 4,34 | 4,3 | 4,66 | 5 | 4,77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utrošak kiseline -p | mval HCl/l | / | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Biološka potrošnja kisika (BPK 5) | mg/l O2 | ≤25 | 9,4 | 9,8 | 8,9 | 3,5 | 5,5 | 8 | 2,5 | 3,4 | 2,6 | 7,10 | 3,10 | 3,5 | 3,10 | 4,5 | 3,2 | 5,8 | 2,30 | 1,90 | 7,50 | 6,50 | 3,4 | 8,3 | 6,50 | 8,2 | 4,1 | 6 | 25 |
| Fluoridi | mg/l | ≤10 | 0,0523 | 0,0864 | 0,171 | 0,11 | 0,264 | 0,059 | 0,117 | 0,026 | 0,036 | 0,247 | 0,19 | 0,081 | 0,06 | 0,095 | 0,06 | 0,153 | 0,07 | 0,07 | 0,068 | <0,02 | 0,055 | 0,092 | <0,2 | <0,2 | | <0,1 | <0,01 |
| Kloridi | mg/l | 250 | 45 | 118 | 85 | 30 | 51 | 108 | 53 | 22 | 26 | | 31,00 | | 31,00 | 93 | 34,00 | 115 | | | | | | | | | | | |
| Nitriti | mg/l N | ≤1 | 0,05 | 0,42 | 0,33 | 0,19 | 0,09 | 0,23 | 0,13 | 0,05 | 0,04 | 0,08 | 0,03 | 0,25 | 0,06 | 0,08 | 0,041 | 1,56 | 0,02 | 0,25 | 4,25 | 0,08 | 0,02 | 10,56 | <0,01 | 0,06 | 0,14 | <0,05 | 1 |
| Nitrati | mg/l N | ≤2 | 11,6 | 13,95 | 21,19 | 5 | 10,36 | 19,8 | 19,67 | 4,64 | 6,9 | 15,87 | 7,80 | 4,84 | 7,68 | 35,08 | 9,66 | 22,7 | 1,48 | 3,34 | 2,66 | 2,17 | 1,33 | 4,76 | 0,59 | 2,55 | 34,15 | 19,3 | 64 |
| Fosfati | mg/l PO43- | 0,3 | 0,33 | 0,82 | 0,3 | 0,2 | 0,08 | 0,33 | 0,29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sulfati | mg/l SO42- | 0,1 | 49 | 49 | 37 | 33 | 31 | 24 | 30 | <0,02 | <0,02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Silikati | mg/l SiO2 | - | 5,8 | 2,18 | 5,49 | 20,05 | 2,68 | 7,94 | 6,71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sulfidi | mg/l | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,004 | 3,76 | <0,02 | | | | <0,02 | | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | | | | | | | | | | | |
| Amonij | mg/l N | ≤10 | 0,7 | 0,67 | 0,28 | 0,63 | 0,41 | 0,1 | 0,39 | 0,56 | 0,78 | 2,82 | 1,10 | 1,43 | 0,57 | 0,22 | 1,37 | 17 | 0,73 | 0,75 | 4,89 | 26,18 | 5,63 | 11,57 | 17,83 | 16,29 | 0,37 | 1,85 | 12,29 |
| Natrij | mg/l | 20 | 35,55 | 58,71 | 58,71 | 13,58 | 29,18 | 64,66 | 32,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kalij | mg/l K+ | 10 | 16,15 | 35,8 | 32,12 | 6,92 | 14,89 | 49,61 | 16,82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kalcij | mg/l Ca2+ | 100 | 62,8 | 67,12 | 67,4 | 70,1 | 44 | 78 | 70,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Magnezij | mg/l Mg2+ | 50 | 16,3 | 23,99 | 21,8 | 23 | 43,2 | 16,6 | 29,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Krom (Cr) VI | mg/l | ≤0,1 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | | | | | 0 | 0,00 | 0,04 | <0,002 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,01 | 0,02 |
| Krom ukupni | mg/l | ≤0,5 | 0,036 | 0,014 | 0,023 | 0,006 | 0,004 | 0,014 | 0,003 | 0,004 | 0,002 | 0,02 | 0,003 | 0,013 | | | | | <0,002 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,004 | 0,4 | 0,01 | 0,007 | | 0,015 | 0,023 |
| Bakar (Cu) | mg/l | ≤0,5 | 0,028 | 0,143 | 3,606 | 0,005 | 4,93 | 18,07 | <0,005 | <0,005 | <0,007 | 0,005 | 0,012 | <0,2 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,03 | <0,02 | 0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,002 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,01 | 0,088 | <0,028 |
| Cink (zn) | mg/l | ≤2 | 0,071 | 0,237 | 2,797 | 0,057 | 2,35 | 8,15 | 0,009 | 0,015 | 0,017 | 0,014 | 0,015 | <0,2 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,05 | <0,02 | 0,02 | 0,11 | 0,06 | 0,03 | <0,02 | 0,05 | <0,02 | 0,04 | <0,008 | <0,008 |
| Nikal (Ni) | mg/l | ≤0,5 | 0,009 | 0,034 | 0,117 | <0,005 | 0,055 | 0,11 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,72 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,013 | <0,004 | <0,004 |
| Željezo (Fe) | mg/l | ≤2 | 1,942 | 0,194 | 0,126 | 1,74 | 0,152 | 0,33 | 0,17 | 0,24 | 0,26 | 0,73 | 0,280 | 0,73 | 0,35 | 0,23 | 0,41 | 1,61 | 0,37 | 0,15 | 0,12 | 4,91 | 0,32 | 0,54 | 0,63 | 0,36 | 0,148 | 0,245 | <0,004 |
| Olovo (pb) | mg/l | ≤0,5 | <0,005 | <0,005 | 0,072 | <0,005 | 0,078 | 0,29 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | 0,01 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,01 | <0,004 | <0,004 |
| Kadmij (Cd) | mg/l | ≤0,1 | <0,001 | <0,001 | 0,0013 | <0,001 | <0,001 | 0,003 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,002 | 0,00 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,01 | <0,003 | <0,003 |
| Mangan (Mn) | mg/l | ≤2 | 0,106 | 0,057 | 0,121 | 1,37 | 0,068 | 0,36 | 0,1 | 0,17 | 0,11 | 0,2 | | 0,29 | 0,18 | 0,11 | 0,35 | 0,39 | 0,39 | 0,16 | 0,09 | 1,65 | 0,16 | 0,21 | 0,21 | 0,12 | 0,12 | 0,102 | 0,105 |
| Molibden | mg/l | 0,1 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | | | | 0,170 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anionski detergenti | mg/l | 1 | 0,14 | 0,13 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0 | 0,120 | 0 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,13 | | | | | | | | | | | |
| Kationski detergenti | mg/l | 1 | 0,11 | 0 | 0,06 | 0 | 0 | 0 | 0,06 | 0,05 | 0 | 0 | 0,000 | 0,018 | 0 | 0,07 | 0 | <0,05 | | | | | | | | | | | |
| Ukupni fenoli | mg/l | ≤0,1 | 0,001 | 0,006 | 0,012 | 0 | 0 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0 | 0 | 0,001 | 0,002 | <0,001 | <0,004 | <0,002 | <0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,01 | 0,003 | 0,001 | 0,02 | 0,01 |
| Ukupni fosfor | mg/l P | ≤2 | 0,11 | 0,27 | 0,1 | 0,07 | 0,03 | 0,11 | 0,09 | 0,05 | 0,12 | 0 | 0,070 | 0,08 | 0,04 | 0,16 | 0,12 | 0,44 | 0,30 | 2,81 | 0,14 | 0,10 | 0,1 | 0,12 | 0,18 | 0,13 | 0,04 | 0,24 | 0,76 |
| Cijanidi | mg/l | ≤0,5 | 0,014 | 0,186 | 0,027 | 0,001 | 0 | 0,036 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,018 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | <0,03 | <0,04 |
| Ukupni koliformi | UK/100 mL | / | 2920 | 204000 | 3320 | 1230 | 756 | 9800 | 82000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fekalni koliformi | FK/100 mL | / | 1572 | 1918 | 2600 | 30 | 16 | 470 | 210 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fekalni streptokok, 37°C/48h | FS/100 mL | / | 1556 | 255 | 802 | 15 | 72 | 120 | 198 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Broj aerobnih bakterija, 37°C/48h | n/1 mL | / | 2680 | 12900 | 1810 | 1260 | 126 | 32700 | 5900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Broj aerobnih bakterija, 22°C/72h | n/1 mL | / | 75000 | 19000 | 12000 | 19600 | 280 | 56000 | 6100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BTEX | µg/l | 0,02 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <0,5 | 0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Arsen | mg/l | ≤0,1 | 0,002 | <0,0005 | 0,0021 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | 0,00137 | 0,0015 | 0,00126 | <0,0005 | 0,00 | 0,00289 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | 0,0015 | <0,0005 | 0,0029 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,010 | <0,062 | <0,062 |
| Živa | mg/l | ≤0,01 | <0,001 | 0,00013 | <0,0001 | <0,0001 | 0,0002 | 0,00037 | 0,00016 | <0,0001 | 0,00021 | 0,00115 | 0,00 | <0,0001 | 0,0004 | <0,0001 | 0,00213 | 0,00248 | <0,00016 | <0,00038 | <0,00071 | <0,0021 | <0,0001 | 0,0034 | <0,0002 | 0,002 | <0,001 | <0,007 | <0,007 |
| Ukupna ulja | mg/l | ≤10 | 0,67 | 0,53 | 0,3 | 0,43 | 0,26 | 0,73 | 1,03 | 0,37 | 0,18 | | 15,20 | 4,27 | | 1,6 | 4,94 | 2,11 | 12,30 | 3,33 | 2,59 | 10,20 | 1,94 | 2,00 | 14,80 | 2,86 | 4,89 | 4,08 | 6,52 |
| Mineralna ulja | mg/l | ≤20 | 0,17 | 0,16 | 0,11 | 0,082 | 0,05 | 0,1 | 0,098 | 0,07 | 0,08 | <10 | 1,60 | <0,05 | | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 2,4 | 0,74 |
| Ukupni organski ugljik (TOC) | mg/l C | ≤30 | 7,01 | 18 | 11,9 | 3,97 | 4,49 | 26,8 | 9,48 | 6,04 | 5,09 | 19,20 | 3,32 | 3,73 | | 68,1 | 5,8 | 36,7 | 1,10 | 5,44 | 13,80 | 5,12 | 3,78 | 18,10 | 13,50 | 13,7 | 9,38 | 9,01 | 34,94 |
| Otopljeni organski ugljik (DOC) | mg/l C | / | 6,49 | 17,8 | 11,7 | 3,67 | 4,29 | 20,4 | 9,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura vode | oC | 35 | 10,2 | 23,1 | 18,7 | 9,21 | 12,65 | 24,2 | 15,6 | 16,7 | 12,7 | 19 | | 14,50 | 11,70 | 18,5 | 17 | 7 | 6,60 | 17,80 | 22,70 | 11,70 | 14,00 | 22,70 | 9,80 | 16,4 | 11,1 | 17,4 | 17,7 |
| Koncentracija H + iona | pH jedinica | 6,5-9 | 7,77 | 8,18 | 7,57 | 7,62 | 7,97 | 7,94 | 7,24 | 7,42 | 7,4 | 7 | 7,52 | 7,45 | 7,48 | 7,6 | 7,5 | 7,4 | 7,40 | 7,30 | 7,50 | 7,45 | 7,60 | 7,70 | 7,40 | 7,8 | 7,7 | 7,7 | 7,4 |
| Elektrovodljivost | µScm-1 | - | 618 | 925 | 812 | 569 | 660 | 948 | 744 | | | | 10,10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Redoks potencijal | mV | - | 210 | 186 | 191 | 172 | 142 | 180 | 245 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otopljeni kisik | mg/l | / | 8,47 | 13,18 | 3,19 | 5,42 | 13,99 | 11,61 | 6,76 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,96 | 5,42 | | 8 | 5 |
| Slobodni ugljični dioksid | mg/l | / | 0,45 | 11,2 | 19,4 | 25,5 | 217,7 | 5,1 | 20,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kloroform | mg/l | 1 | | 0,000008 | 0,00001 | 0,000013 | | | | 0,00001 | 0,00001 | | 0,00002 | | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | | | | | | | | | | | |
| 1,1,1-Trikloretan | mg/l | 0,1 | | <0,00000 | <0,00001 | <0,00000 | | | | | 0 | | <0,00000 | | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | | | | | | | | | | | |
| Tetraklorugljik | mg/l | / | | <0,00000 | <0,00001 | <0,00000 | | | | 0,00002 | 0 | | <0,00000 | | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | | | | | | | | | | | |
| Trikloreten | mg/l | <0,0001 | | <0,00000 | <0,00001 | <0,00000 | | | | 0,00003 | 0 | | 0,00001 | | <0,0001 | | <0,0001 | 0,0001 | | | | | | | | | | | |
| Bromdiklormetan | mg/l | - | | 0,00037 | <0,00001 | 0,0002 | | | | 0,00037 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tetrakloreten | mg/l | 0,00001 | | 0,00195 | 0,0015 | 0,000464 | | | | | 0,00001 | | <0,00000 | | <0,0001 | <0,0001 | 0,0003 | <0,0001 | | | | | | | | | | | |
| Dibromklormetan | mg/l | - | | 0,00016 | 0,00017 | 0,00034 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bromoform | mg/l | 0,001 | | 0,000008 | <0,00001 | 0,000044 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ukupni halogenirani ugljikovodici | mg/l | 0,1 | | <1 | <1 | <1 | | | | | <1 | | <1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Salmonella | n/l | 0 | | nije izolirana | 0 | nije izolirana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clostridium perfringens (uključujući spore) | n/100 mL | 0 | | 920 | 600 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Selen | mg/l | 0,02 | | | | | | | | <0,0005 | <0,0005 | | 0,00 | | <0,0005 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | | | | | | | | | <0,001 | | |
| Ortofosfati | mg/l P | 1 | | | | | | | | 0,03 | 0,7 | | 0,06 | | 0,03 | 0,021 | 0,13 | 0,32 | | | | | | | | | | | |
| Kobalt | mg/l | 1 | | | | | | | | <0,003 | <0,003 | | <0,003 | | <0,003 | <0,003 | <0,003 | 0,01 | | | | | | | | | | | |
| Ukupni dušik | mg/l N | 10 | | | | | | | | 8,46 | 11,96 | | 10,350 | | 13,76 | 44,97 | 21 | 69,93 | | | | | | | | | 37,65 | | |
| Neonski detergenti | mg/l | 1 | | | | | | | | 0,73 | 1,16 | | 1,770 | | 0,09 | 0,18 | 1,4 | 0,7 | | | | | | | | | | | |
| Vanadij | mg/l | <0,05 | | | | | | | | <0,05 | <0,05 | | <0,05 | | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | | | | | | | | | | | |
| Srebro (Ag) | mg/l | 0,1 | | | | | | | | <0,01 | 0,01 | | <0,01 | | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | | | | | | | | | | | |
| Barij (Ba) | mg/l | 5 | | | | | | | | 0,038 | 0,048 | | 0,047 | | 0,04 | 0,027 | 0,05 | 0,08 | | | | | | | | | <0,1 | | |
| Aluminij (Al) | mg/l | 3 | | | | | | | | 0,042 | 0,57 | | <0,007 | | 0,10 | 0,39 | 0,01 | 1,03 | | | | | | | | | | | |
| Kositar (Sn) | mg/l | 2 | | | | | | | | <0,02 | <0,02 | | <0,02 | | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | | | | | | | | | | | |
| Taloživa tvar | mL/1h | ≤0,5 | | | | | | | | 0,1 | 0,1 | 0 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | | | |
| Radioaktivnosti ukupna beta | mBq/l | / | | | | | | | | 243,3 | 287 | | 309 | | 279 | 1300 | 430 | 1890 | | | | | | | | | | | |
| ORP | mV | / | | | | | | | | 0 | 165 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DO | mg/l | / | | | | | | | | 5,63 | 5,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ukupna suspendirana tvar (105˚C) | mg/l | ≤35 | | | | | | | | 3 | | 3,20 | 3,20 | 5,30 | 2,80 | 3,2 | 2,2 | 42 | 1,20 | 4,40 | 2,20 | 6,00 | 2,8 | 6,4 | 10,00 | 7 | 2,4 | 9,4 | 21 |