

Jama Sovjak - povijest, opasnosti i plan sanacije

Glavan, Patrik

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:659317>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-20**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

JAMA SOVJAK – POVIJEST, OPASNOSTI I PLAN SANACIJE

**THE SOVJAK PIT – HISTORY, DANGERS AND REMEDIATION
PLAN**

SEMINARSKI RAD

Patrik Glavan

Preddiplomski sveučilišni studij Znanosti o okolišu

(Undergraduate University Study of Environmental science)

Mentor: doc. dr. sc. Kristina Pikelj

Zagreb, 2020.

Zahvala:

Prilikom pisanja želio bih se zahvaliti svojoj mentorici doc. dr. sc. Kristini Pikelj na njenim savjetima i pomoći u opskrbi relevantnim izvorima podataka kao i mom ocu Frediju Glavanu na fotografiranju područja o kojem je u ovom radu riječ.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. POVIJEST UPORABE I ISTRAŽNI RADOVI	2
3. KARAKTERISTIKE PODRUČJA I OPASNOSTI.....	6
4. PLAN SANACIJE.....	12
5. ZAKLJUČAK	16
6. LITERATURA.....	17
7. SAŽETAK.....	19
8. SUMMARY	19

1. UVOD

Lokacija visoko onečišćena opasnim otpadom (crna točka) popularno zvana “jama Sovjak“ (slika 1), nalazi se u naselju Marinići blizu centra Općine Viškovo na oko 320 metara nadmorske visine. Zapravo se radi o prirodnoj krškoj vrtaći (ponikvi) u koju su se od 1956. do 1990. godine odlagale različite vrste industrijskog otpada pretežito sa šireg područja Grada Rijeke. Nekoliko desetaka metara udaljeno od nje je bivše odlagalište komunalnog otpada Viševac koje je danas zatvoreno i sanirano. Naselje Marinići najveće je od sedam naselja u Općini Viškovo koje je prema popisu stanovništva iz 2011. godine imalo 3894 stanovnika, dok je cijela Općina Viškovo imala 14 445 stanovnika. Radi se o izrazito gusto naseljenom području u kojem gustoća naseljenosti iznosi čak 1338 st/km² (OIKON, 2015b). Jasno je da ovakvo neplanski stvoreno odlagalište opasnog otpada degradira kvalitetu životnih uvjeta u okolici, narušava izgled krajobraza te vrlo vjerojatno negativno utječe kako na floru i faunu, tako i na ljude koji žive u njegovoj blizini (najbliže kuće nalaze se na samo 30-tak metara udaljenosti od Sovjaka). Osim utjecaja na kvalitetu zraka i tla, vjerojatno najviše zabrinjava potencijalna opasnost od onečišćenja podzemnih voda, tim više jer se radi o krškom prostoru koji je na ovaj problem posebno osjetljiv. Na lokaciji je od 1987. godine proveden niz istražnih radova kako bi se dobila jasnija slika o količini i vrsti otpada koji je odložen te o njegovom utjecaju na okoliš, ali i da bi se isplanirala buduća sanacija koja se iščekuje već dugo vremena.



Slika 1. Jama Sovjak na dan 17.7.2020.

(u gornjem lijevom kutu je sanirano odlagalište komunalnog otpada Viševac)

Autor: Fredi Glavan

2. POVIJEST UPORABE I ISTRAŽNI RADOVI

U godinama aktivnog korištenja jame Sovjaka opasni otpad je odlagan nasumično bez ikakve organizacije ili plana. Prilaz rubu jame Sovjak nije bio jednostavan zbog prirodnog okoliša, tako da se odlagalo sa svih strana i bez logističke podrške (FZOEU, 2018.). Otpad je odlagan bez predobrade korištenjem pogodnih mjesta za istovar oko ponikve. Za vrijeme bivše Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije (SFRJ), šira okolica Grada Rijeke bila je industrijski aktivnija nego danas te su u funkciji bila i neka postrojenja koja su sada zatvorena, a također su proizvodila otpad koji se odlagao u Sovjak (tvornica Torpedo Rijeka, Tvornica papira Rijeka – Hartera, koksara Bakar, itd.). Manji dio otpada potječe i iz Slovenije (Komunalno podzetje Ljubljana, TAM Maribor, Iskra Kranj, itd.), a najveći korisnici Sovjaka bila su Inina postrojenja za preradu nafte (Rafinerija Urinj, Rafinerija Mlaka), Ina – Trgovina, remontna brodogradilišta Kraljevica i Viktor Lenac, brodogradilište 3. Maj, termoelektrana Urinj te već spomenuta koksara Bakar. Već iz navedenih korisnika može se zaključiti da je otpad iz Sovjaka vrlo različitog sastava te da sanacija sa sobom također donosi neke potencijalne opasnosti. U razdoblju od 1956. do 1990. godine, prema vođenim evidencijama, odloženo je oko 250 000 m³ isključivo opasnog otpada (OIKON, 2014). Tablica daje pregled vrsta odloženog otpada i njegovih količina (tablica 1).

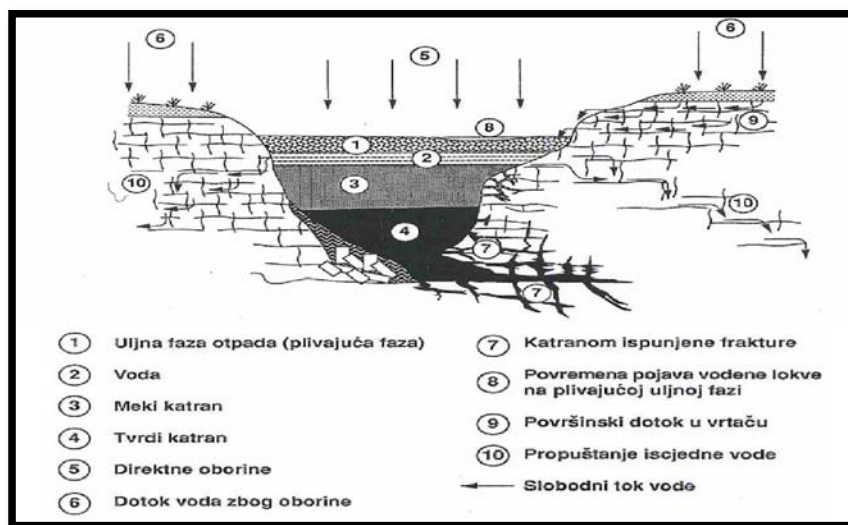
Tablica 1. Vrste otpada odložene u jamu Sovjak prema evidenciji (OIKON, 2014)

OPIS OTPADA	KOLIČINA
Kiseli gudron iz rafinerije	110 000 m ³
Otpadni katran iz koksare	30 000 m ³
Acetilenski mulj iz brodogradilišta	35 000 m ³
Rabljena ulja iz brodogradilišta	30 000 m ³
Talozi spremnika za naftu i naftne proizvode	15 000 m ³
Otpadna otapala, ulja za rezanje i drugi tekući otpad	30 000 m ³
UKUPNO	250 000 m³

Tijekom prvih deset godina, jama se koristila isključivo za odlaganje kiselog katrana (gudrona) koji je nastajao kao otpad u rafineriji tijekom proizvodnje maziva, motornih ulja i asfalta. Da bi se ovaj otpad učinio mobilnim i s mogućnošću crpljenja, zagrijan je na 80 °C u rafineriji i prevezen u cisternama što je prije moguće do otpadne jame gdje je zbog svojih

svojtava, formirao čvrst i nepokretan sloj tzv. tvrdi katran (OIKON, 2015b). Ovaj tip otpada zastupljen je u najvećoj količini, a od 1985. godine prestalo je njegovo odlaganje u jamu. Glavne komponente ovog otpada čine sumporna kiselina, organska tvar, voda i suspendirana tvar. U odnosu na njega, ostale vrste otpada iz tablice zastupljene su pojedinačno u manjim količinama te su manje gustoće pa se nalaze iznad sloja tvrdog katrana. Oko jame je naknadno postavljena žičana ograda visine 2,3 m, a površina unutar ove ograde iznosi 9895 m². S južne strane jame izrađen je potporni betonski zid kako bi se povećao volumen odlagališta i spriječilo prelijevanje sadržaja izvan jame (OIKON, 2014).

Prvi istražni radovi iz 1987. godine provedeni su više za potrebe iskorištavanja odloženog otpada kao goriva, a ne u svrhu njegovog uklanjanja i procjene utjecaja na okoliš (OIKON, 2014). Danas se više ne razmišlja o uporabi otpada iz jame kao goriva. Prema planu sanacije predviđeno je njegovo spaljivanje, a otpadne vode koje formiraju jedan od slojeva otpada se planiraju pročititi. Od 1997. godine provode se istraživanja za utvrđivanje sadržaja jame u svrhu njene sanacije i uklanjanja odloženog otpada (OIKON, 2014). Na temelju istražnih radova provedenih 1997., 2002. i 2007. godine predložen je model strukture odloženog otpada u jami "Sovjak" (slika 2) prema slojevima koji su se formirali s vremenom kao posljedica odlaganja različitih vrsta otpada i njihovih međusobnih interakcija te dugotrajne izloženosti vanjskim utjecajima. Utvrđena su 4 sloja redom od površine do dna jame (1. plutajući sloj ugljikovodika, 2. sloj otpadne vode, 3. sloj mekog katrana, 4. sloj tvrdog katrana) (OIKON, 2015b).



Slika 2. Konceptualni model otpadne jame i različite faze razdiobe otpada

Preuzeto iz: OIKON, 2015b

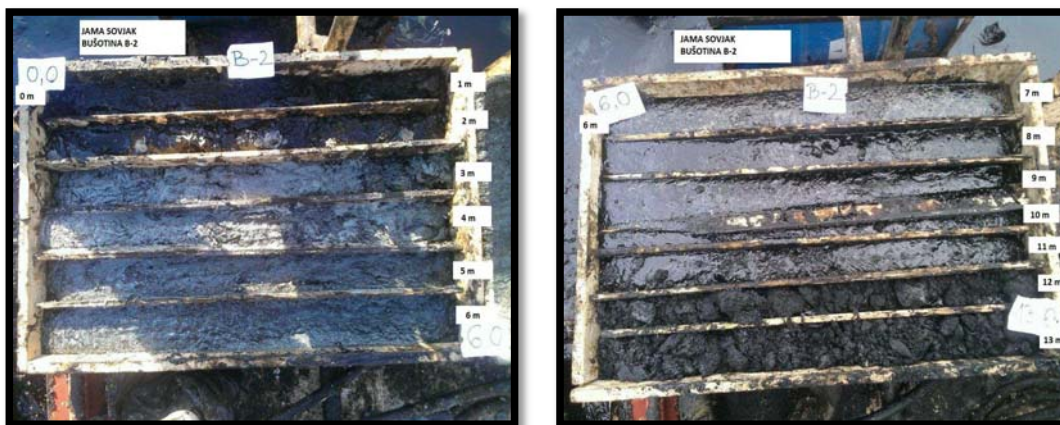
Tijekom provedenih istraživanja utvrđen je i volumen otpada u jami (tablica 2). Digitalizacijom starih karata, matematičkim izračunima i 3D modeliranjem, utvrđeno je da današnji volumen otpada u vrtači Sovjak ne prelazi 152 000 m³ (FZOEU, 2018).

Tablica 2. Procjena količina otpadnih slojeva u odlagalištu Sovjak po godinama

(OIKON, 2014)

TIP OTPADA	KOLIČINA (1997)	KOLIČINA (2002)	KOLIČINA (2007)
Plivajuće ulje	5000 — 9000 m ³	4000 — 9000 m ³	3000 — 7000 m ³
Otpadna voda	15 000 — 17 000 m ³	6000 — 17 000 m ³	3.000 — 15 000 m ³
Meki katran	40 000 m ³	40 000 m ³	/
Tvrđi katran	75 000 m ³	75 000 m ³	/
Sediment	15 000 m ³	15 000 m ³	/

U usporedbi sa evidentiranim količinama odloženog otpada (250 000 m³), vidi se da je sadašnji procijenjeni volumen bitno manji (za oko 100 000 m³). Smatra se da je glavni uzrok toj razlici ispiranje otpada u tlo kao posljedica ispiranja dijela topivih komponenti otpada s otpadnom vodom/oborinama. Ovo potvrđuje i crna boja na "zidovima" jame koja upućuje na to da je ranijih godina razina otpada na mjestima dosegala od 2 do 4 metara više nego danas (OIKON, 2015b). Nova istraživanja provedena su 2014. godine na način da su na 6 mjesta usred jame izvršena bušenja od gornje kote površine do sloja tvrdog katrana tako da 60 — 70% od ukupne količine bušenja bude raspoređeno u središnji, pretpostavljeno najdublji dio jame. Radove bušenja na lokaciji visoko onečišćenoj otpadom "Sovjak" izvela je tvrtka Karst d.o.o. za geotehničke radove sa sjedištem u Zagrebu (OIKON, 2015a). Radovi su provedeni pomoću prijenosne bušilice LUMESA SIG MOUNTY 90H, a prethodno je montirana pristupna staza do točaka na kojima se provelo bušenje te ponton na koji je bušilica bila postavljena. Bušenje na svakoj točki obustavljeno je ulaskom u sloj tvrdog katrana te bušenjem tog istog sloja do 3 metra dubine, a završetak svake bušotine na terenu potvrdio je inženjer iz laboratorija Hidro.Lab d.o.o. (OIKON, 2015a). Cilj je bio fotografirati svaku izbušenu jezgru (slike 3a i 3b), opisati organoleptičke osobine uzoraka (određuju se na temelju ljudskih osjetila), detaljno analizirati uzorke terenskim mjerenjima i u laboratoriju radi određivanja svojstava otpada te ponovno procijeniti količinu otpada (ne razlikuje se značajno od prijašnjih procjena). Stvarnu količinu teško je odrediti zbog ograničenosti poznavanja ulaznih parametara korištenih za izradu 3D modela odloženog otpada kao što su konfiguracija jame, nagib jame i stvarna dubina jame (2015a). Ta količina biti će poznata tek nakon provedene sanacije.

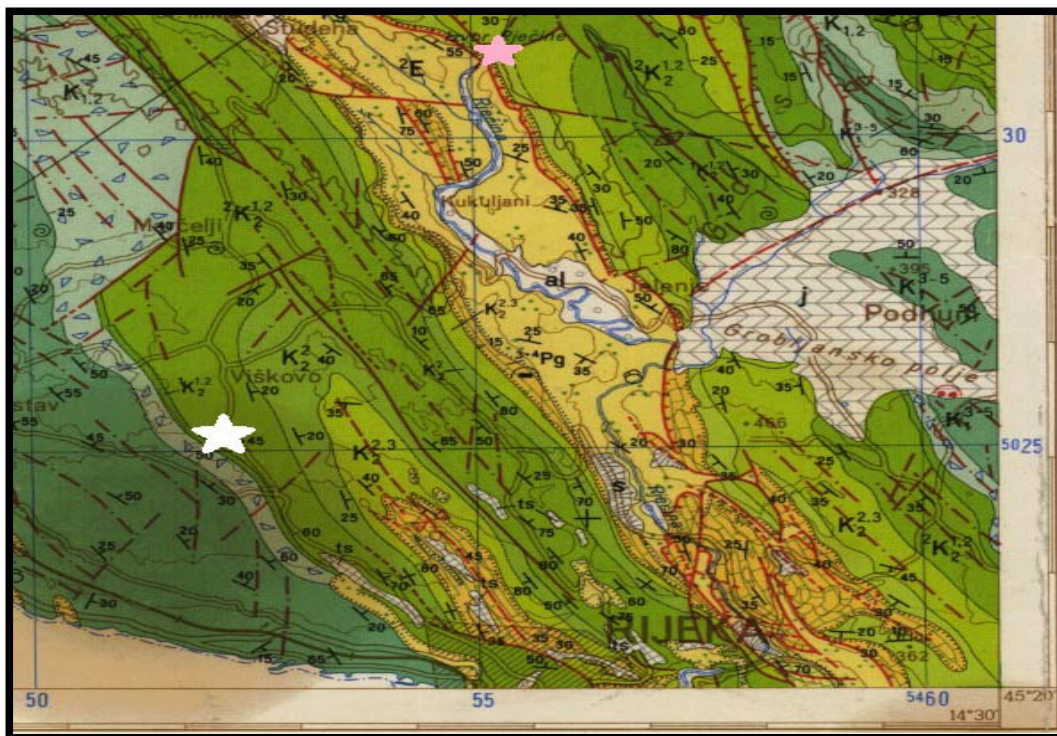


Slike 3a i 3b – Slojevi otpada iz bušotine B-2 (svaki pretinac predstavlja 1 metar dubine)

Preuzeto iz: OIKON, 2015a

Utvrđeno je da postoji nehomogenost među uzorcima po pojedinim bušotinama koja je vjerojatno u prvom redu posljedica nejednolikog odlaganja različitih vrsta otpada po cijeloj jami i same konfiguracije jame. Iz toga se može zaključiti da model otpada odloženog i raspoređenog u jednolikim horizontalnim slojevima ne odgovara u potpunosti sadašnjem stanju otpada (OIKON, 2015a). To se posebno odnosi na sloj plutajućih ugljikovodika i prethodno definirani "podpovršinski sloj otpadne vode". Za ova dva sloja se može zaključiti da su pomiješani ili da je voda prisutna samo u nekim dijelovima jame u obliku "volumnih džepova" (OIKON, 2015b). Jedino je na bušotini B-1 uočeno jasno razdvajanje ova dva sloja (OIKON, 2015a). Granice ostalih slojeva jasnije su izražene, ali im dubina varira ovisno o mjestu bušenja. Iz svih navedenih istraživanja doneseni su razni zaključci o svojstvima otpada u jami. Već starije analize iz 1997. godine pokazuju da su u otpadu u svim slojevima bile prisutne povišene koncentracije kancerogenih policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) i teških metala (Zn, Cr, Ni, Pb, Fe, V), kao i niske vrijednosti ukupnih halogeniranih organskih spojeva (TOX), polikloriranih bifenila (PCB), zbroja pojedinačnih vrijednosti benzena, toluena, etilbenzena i ksilena (BTEX) te pesticida (OIKON, 2014). Otpadna voda prisutna na lokaciji 2014. godine ne zadovoljava uvjete prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/13) te će prije ispuštanja biti obrađena kako bi zadovoljila tražene uvjete kvalitete (OIKON, 2015a). Analize radiaktivnosti u Institutu Jožef Štefan u Ljubljani 1997. godine pokazale su niske emisije prema tadašnjem zakonu, na razini prirodnog okoliša (OIKON, 2014). Najniža pH vrijednost, < 2, izmjerena je u sloju tvrdog katrana (značajan je udio sumporne kiseline), dok je ona najviša, > 12, vezana uz mjesta prisustva lužnatog acetilenskog mulja (značajan udio kalcijevog hidroksida).

3. KARAKTERISTIKE PODRUČJA I OPASNOSTI



Slika 4. Osnovna geološka karta SFRJ – Ilirska Bistrica (1972), mjerilo 1:100 000

(bijela zvjezdica – jama Sovjak, roza zvjezdica – izvor Rječine)

Šire područje grada Rijeke je izgrađeno pretežito od karbonatnih stijena i dio je krškog područja Dinarida, specifične geološke građe i tektonskih formi naročito izraženih u njenim rubnim dijelovima (OIKON, 2015b). Na karti (slika 4) je bijelom zvjezdicom prikazano područje u kojem se nalazi Sovjak. Podloga ovdje građena je od vapnenaca i dolomita u izmjeni iz vremena početka gornje krede u doba turona i cenomana – $^2K_2^{1,2}$ (što se može iščitati iz kompletne karte od koje je ovdje prikazan samo isječak radi preglednosti). Valja napomenuti da vodopropusnost stijena tu varira. Dio originalno istaloženih vapnenaca u plitkomorskim uvjetima gornje jure je tijekom dijagenskih procesa dolomitiziran, što smanjuje vodopropusnost tih stijena. Dolomiti su otporniji na otapanje i okršavanje od vapnenaca pa su na njima češći i površinski tokovi koji u kontaktu s vodopropusnijim vapnencima poniru u podzemlje – fluviokrš. Studija utjecaja na okoliš zahvata buduće sanacije iz 2015. godine koju je proveo Institut za primijenjenu ekologiju (OIKON) procjenjuje da je vodopropusnost

karbonatnih stijena na prostoru Sovjaka osrednja, a sama lokacija se nalazi na prijelazu već spomenutih $^2K_2^{1,2}$ naslage u slabo propusne karbonatne naslage sa granice donja kreda – gornja kreda (iz doba alba u cenoman) – $K_{1,2}$. Naslage donje krede završavaju sa slabo uslojenim do neuslojenim grubim vapnenačkim brečama, koje prelaze u dolomitne breče i šupljikave vapnence karakteristične za prijelaz u gornju kredu (OIKON, 2015b). Na prostoru oko jame uglavnom nema stalnih vodenih površina te su razvijeni krški oblici kao što su to ponikve (vrtače) za koje je karakteristično poniranje vode u podzemlje na njihovom dnu. Upravo su Sovjak i sanirano odlagalište komunalnog otpada Viševac (koje je sada postalo brežuljak zbog dugogodišnjeg odlaganja otpada) primjeri za prirodne krške vrtače. Iznimku čini još jedna ponikva, Kapitov dol, u kojoj se nalazi nepresušna lokva (kalić) Kapitovac (slika 5), a od Sovjaka je udaljena samo 300-tinjak metara.



Slika 5. “Kalić“ Kapitovac

Izvor: <https://ju-priroda.hr/wp-content/uploads/2018/04/Dno-vrta%C4%8De-s-lokvom-Foto-Marko-Randi%C4%87-1.jpg>

Razlog zbog kojeg je dno ovog “kalića“ postalo nepropusno leži u međudjelovanju prirode, ljudi i stoke. Ljudi su ukapali i nabijali ilovaču, a stoka je, pijući vodu, svojim papcima utabala dno. Kalić je trebalo održavati kako bi voda ostala čista (URL 1). Kapitovac je jedna od lokacija koje se planiraju koristiti za mjerenje potencijalnog onečišćenja prirodnih voda nakon sanacije Sovjaka. Žuta boja na karti (slika 4) predstavlja mlađe naslage iz perioda paleogena na čijem je kontaktu s dobro vodopropusnim karbonatnim naslagama gornje krede nastao prirodni krški izvor Rječine (roza zvjezdica). Razlog tomu je što su paleogenske naslage

po kojima Rječina teče građene od vodonepropusnih klastičnih stijena iz eocenske epohe (fliš –²E, a to omogućuju površinsko protjecanje vode. Ovaj fliš zapravo, prema tablici iz kompletne karte Ilirske Bistrice (1972), predstavlja seriju sedimentnih stijena koje se izmjenjuju (lapori, gline, pješčenjaci, kalkareniti, breče i konglomerati). Dio doline Rječine između rezervoara Valići i mosta Pašac (koji se nalazi iznad njenog vrlo strmog kanjona) predstavlja najnestabilniji dio šireg riječkog područja, sa visokim rizikom od geoloških opasnosti (u ovom slučaju padinskih procesa). Mogu se razlikovati različiti tipovi pokreta stjenske mase uključujući klizanje padinskog nanosa preko flišne podloge, odronjavanje sa vapnenačkih litica te klizanje kamenitih blokova većih od 200 m³ (Benac i sur., 2011). Od ovog područja Sovjak je udaljen kojih 6 km najbližom cestom. Uz nestabilnu flišnu podlogu i strme nagibe, padinske procese dodatno inteziviraju padaline, a posebno kad u vrlo kratkom vremenskom intervalu padne velika količina oborine. Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) za razdoblje 1971. - 2000. godine vidi se da je količina padalina na riječkom prostoru vrlo izdašna (1600-1900 mm) (URL 2). Dio godine s najviše oborine (rujan — prosinac) odlikuje se češćim pljuskovima, nerijetko i s grmljavinom, koje prate i dugotrajnije oborine (OIKON, 2015b).

Jedno od pitanja posebnog interesa odnosi se na mogući utjecaj jame Sovjak na podzemnu vodu, budući da je već spomenuto da se barem dio otpada tijekom godina procijedio u tlo. Najveći izvor područja povremenog izviranja je izvor Rječine uzvodno od naselja Kukuljani maksimalne izdašnosti do 120 m³/s, koji oko 3 mjeseca godišnje ostaje potpuno bez vode. To je glavni vodoopskrbni izvor grada Rijeke u razdoblju dok ima izviranja radi svog položaja na 325 metara nadmorske visine i mogućnosti gravitacijskog odvoda vrlo kvalitetne vode za piće prema potrošačima. U vrijeme prestanka izviranja na izvoru Rječine za vodoopskrbu se aktiviraju izvori u području stalnog izviranja u Gradu Rijeci (Zvir, Zvir II i Martinščica) (OIKON, 2015b). Svi ovi izvori pripadaju slivu izvora u Gradu Rijeci, a razvodnicom su odvojeni od sliva priobalnih izvora vršnog dijela Riječkog zaljeva (npr. izvori Cerovica, Pod Jelušun i Mlaka) u kojem se nalazi i Sovjak (premda u graničnom dijelu). Važna je činjenica da su svi krški izvori uključeni stalno ili povremeno u javnu vodoopskrbu gradova i općina šireg područja Riječkog zaljeva vezani uz sliv izvora u Gradu Rijeci s podzemnim dotocima iz prostranog sliva prema planinskom području Gorskog kotara i da se izvori u zapadnom dijelu Grada Rijeke od Mlake do Preluke, koji se prihranjuju iz sliva priobalnih izvora vršnog dijela Riječkog zaljeva, uglavnom koriste ili su ranije korišteni za potrebe industrije (OIKON, 2015b). To znači da Sovjak teoretski ne bi trebao imati utjecaj na kvalitetu vode za piće, već eventualno na izvore iz svog sliva. Problem leži u tome što se taj utjecaj tek

mora utvrditi zbog trenutnog nedostatka detaljnijih hidroloških istraživanja šire lokacije jame Sovjak koja bi se trebala provesti prije sanacije (barem prema Studiji utjecaja na okoliš iz 2015. godine i Idejnom projektu iz 2016. godine). Zbog toga je teško procijeniti i dubinu od dna vrtače do vode temeljnice (podzemne vode). Ako su ta istraživanja u međuvremenu i provedena, njihovi podatci još nisu dostupni uz one na internetu. Valja napomenuti i činjenicu da je šire područje zahvata seizmički dosta aktivno što je i za očekivati pošto se hrvatska obala nalazi u zoni subdukcije Jadranske mikroploče pod Dinaride koji se zato izdižu. Glavni uzrok tektonskih aktivnosti mediteranskog područja jest rotacija Afričke ploče u odnosu na Euroazijsku ploču oko pola smještenog u Atlantskom oceanu koja uzrokuje konvergentnu prirodu granice između navedenih ploča (Gušić i sur., 2016). Prema podacima iz Seizmološkog zavoda PMF-a iz 1987. godine, sama lokacija jame Sovjak se nalazi u graničnom području maksimalnog intenziteta očekivanih potresa od 7° do 8° MSK 64 ljestvice i vjerojatnosti pojave 63% za povratno razdoblje od 100 godina (OIKON, 2015b). Jak potres može razlomiti stjensku podlogu što bi za posljedicu moglo imati i ubrzano procjeđivanje otpada iz jame u podzemlje, a i sami odnosi u njemu mogu se poremetiti. Kao primjer se može uzeti sam izvor Rječine. Godine 1870. dogodio se razorni potres s epicentrom u području naselja Klana, a pri čemu je zabilježeno spuštanje lokacije vrela Rječine za oko 2 m (Vivoda i sur., 2012).

Za prikaz kvalitete zraka na području Sovjaka može djelomično koristiti izvješće za razdoblje 01.01.-31.12.2018. koje je sastavio Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije na temelju podataka postaje imisijskog monitoringa Viševac (slika 6) koja se nalazi uz istoimeno sanirano odlagalište te se koristi za praćenje njegovog utjecaja na kvalitetu zraka još iz vremena prije sanacije. Trenutno je opremljena analizatorima za mjerenje koncentracija sumporovodika (H_2S), amonijaka (NH_3), ugljikova monoksida (CO), lebdećih čestica promjera manjeg od $10\mu m$ (PM_{10}) i metana (CH_4), a prije 2010. godine je mjerila i druge parametre (SO_2 , NO_2 , O_3 i benzen).



Slika 6. Postaja imisijskog monitoringa Viševac, Viškovo

Izvor: <http://iszz.azo.hr/iskzl/images/dyn?id=235>

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka (NN 118/18) kvaliteta zraka nekog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati – I kategorija (čist ili neznatno onečišćen zrak, $C < GV$) i II kategorija (onečišćen zrak, $C > GV$) gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost (NZZJZPGŽ, 2019). Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama sumporovodika, amonijaka i ugljikovog monoksida područje mogućeg utjecaja bivšeg odlagališta otpada Viševac na Viškovu svrstava se u I kategoriju kvalitete zraka. Isto vrijedi i za koncentracije PM_{10} , ali kategorizaciju područja prema tom parametru moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode (NZZJZPGŽ, 2019). Kategorizacija se ne može izvršiti za mjerenje koncentracije metana zbog nepostojanja propisane granične vrijednosti (metan nije štetan za zdravlje ljudi). Praćenje metana služi za praćenje stanja deponija, budući da povremene erupcije metana nose sa sobom i neke plinove neugodna mirisa (NZZJZPGŽ, 2019). Iako je kvaliteta zraka na području Sovjaka i Viševca zadovoljavajuća za navedene parametre, treba napomenuti da oni nisu dostatni za praćenje stanja jame Sovjak koja sadrži bitno drugačiji tip otpada (opasni industrijski otpad) od bivšeg komunalnog odlagališta Viševac za čije je praćenje postaja primarno namijenjena. Tako će za potrebe praćenja stanja okoliša tijekom sanacije Sovjaka uz postojeće parametre kvalitete zraka na mjernoj postaji imisijskog praćenja odlagališta Viševac, Viškovo, biti omogućeno mjerenje dodatnih onečišćujućih tvari: SO_x , NO_x , O_3 , HOS, merkaptana i benzena. Mjerenja trebaju početi minimalno 3 mjeseca prije početka radova (IPZ Uniprojekt TERRA, 2016). Temeljem zadnjih nekoliko istraživanja koja

su provedena na jami Sovjak, a posebno onih provedenih u razdoblju travanj — svibanj 2014. (npr. prilikom bušenja i uzimanja uzoraka), učestalo se navodi osjećanje neugodnog i jakog mirisa starog i degradiranog ulja kojega jak vjetar može prenositi i na udaljenosti veće od 100 m (OIKON, 2015b). Iako je osjet mirisa subjektivan te neugodni mirisi ne moraju nužno značiti prekoračenje razine onečišćenja za neki parametar, treba se zapitati o utjecaju takvog zraka na zdravlje i to posebno onih stanovnika koji žive u neposrednoj blizini jame što ih čini dugoročno izloženima neugodnim mirisima.

O tome koliko se Sovjak uklapa u okolni krajobraz ne treba mnogo ni govoriti jer je jasno da ga degradira, kako izgledom tako i utjecajem na kvalitetu života. Prirodne krške vrtače Sovjak i Viševac potpuno su izmijenjene uslijed djelatnosti gospodarenja otpadom. Sam Sovjak, s promjerom od oko 90 m i dubinom većom od 30 m, mogao je predstavljati značajno mikrostanište u svom okrugu te bi njegova krajobrazna vrijednost u takvom stanju bila mnogo veća. Sanacijom će se prostor ponikve nažalost izgubiti, ali će se vizualno uklopiti u okolni teren tako da će jama biti ispunjena inertnim materijalom prirodnog podrijetla i na taj način formirati lagani brežuljak iznad nje, na koji će se posaditi trava i autohtono bilje (IPZ Uniprojekt TERRA, 2016). Sovjak predstavlja točkasti izvor onečišćenja koji direktno utječe na onečišćenje tla u blizini, odnosno kroz stjenke jame prodorom onečišćene vode u podzemlje (OIKON, 2015b). Šire područje oko jame ionako karakteriziraju tla koja su uglavnom nepogodna za poljoprivredu, a s obzirom na bonitet (proizvodnu sposobnost zemljišta) dominantno sačinjavaju kategoriju ostalih poljoprivrednih tala i šumskih zemljišta (OIKON, 2015b). S obzirom da se Sovjak ne nalazi na zaštićenom prostoru prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13), kao ni na području ekološke mreže Natura 2000, očekuje se da sam zahvat neće imati utjecaja na ta područja od kojih je najbliže udaljen geomorfološki spomenik prirode Zametska pećina (2,5 km južno od Sovjaka). Pa ipak, kako je sadašnji utjecaj Sovjaka na podzemlje (potencijalnu podzemnu faunu i vodu temeljnicu) još uvijek uglavnom nepoznat zbog slabe istraženosti okolnog krškog terena, sigurnost zaštićenih područja od utjecaja otpada iz jame treba se uzeti sa rezervom. Iako ne postoje detaljna istraživanja flore i faune na samom području jame, za očekivati je da je utjecaj to veći što su joj oni bliže. Najočitiiju opasnost predstavlja potencijalni upad zalutale divljači u jamu pošto postojeća ograda ne predstavlja pouzdanu prepreku za prilaz Sovjaku.

4. PLAN SANACIJE

Da bi bio održiv, plan sanacije jame Sovjak mora u obzir uzeti zaštitu okoliša i po mogućnosti uključivati obnovu ili barem poboljšanje ekosustava u odnosu na postojeće degradirano stanje stvoreno aktivnostima odlaganja otpada. Socijalne i ekonomske komponente održive sanacije su pri tom snažno povezane (Ribić, 2008). Kvaliteta života blizu jame će se sanacijom poboljšati, obližnje kuće vjerojatno bi dobile veću vrijednosti, a prostor bi se mogao koristiti za sport i rekreaciju.

Već je spomenuto da se otpad u jami može podijeliti na 4 dominantna sloja te će svakome od njih biti potrebno posvetiti posebnu pažnju tijekom sanacije. Studijom izvodljivosti odabrano sanacijsko rješenje Opcija 3 (Varijanta 1) predviđa uklanjanje gornjih slojeva opasnog otpada iz jame sve do tvrdog katrana, koji nije predviđen za uklanjanje, a za koji je pretpostavljeno da služi kao nepropusna barijera u donjem sloju jame (OIKON, 2015b). Bez ove barijere, ispiranje otpada u tlo vjerojatno bi bilo brže, a time bi se povećao i rizik od onečišćenja podzemnih voda. Uklanjanje sloja tvrdog katrana bilo bi tehnički teško izvedivo, a potencijalno može donijeti više štete nego koristi. Radi preglednosti je slikom prikazan generalni slijed aktivnosti sanacije odabranog rješenja preuzet iz Studije utjecaja na okoliš iz 2015. godine (slika 7). Jedino treba napomenuti da će crpljenje otpadnih voda započeti prije iskopa taloga/katrana.

Opcija 3 (Varijanta 1):

- vađenje plutajućih ugljikovodika, prijevoz i spaljivanje izvan Hrvatske
- Iskop taloga/katrana, predobrada s gašenim vapnom, transport i spaljivanje izvan Hrvatske, prvenstveno u Austriju
- crpljenje otpadnih voda s daljinski upravljanom splavi, predobrada sa separatorom ulja i masti i pješčanim filterima. Završni tretman kroz GAC filtere.
- potpuno zatrpavanje jame obrađenim materijalom i inertnim materijalom iz Hrvatske nakon čega će se zatvoriti gornjim brtvenim slojem sa sustavom odvodnje

Slika 7. Slijed aktivnosti odabranog sanacijskog rješenja Opcija 3 (varijanta 1)

Preuzeto iz: OIKON, 2015b

Spaljivanje otpada izvan Hrvatske nije najjeftinija opcija sanacije, ali je prema studiji (OIKON, 2015b) najjednostavnija, s najkraćim vremenskim trajanjem te s manjim neizvjesnostima.

Čišćenje bi trebalo početi s uklanjanjem krupnog otpada koji je razasut na površini jame, uključujući cilindrične spremnike, stare pontonske konstrukcije, itd. Budući da je otpad kontaminiran, mora ga prikupiti ovlašteno trgovačko društvo (FZOEU, 2018). Ova faza sanacije trebala bi trajati najkraće, oko mjesec dana.

Površinski sloj ugljikovodika u jami Sovjak moguće je ukloniti samo mehaničkim iskopom, koji je izvediv zbog karakteristika materijala (IPZ Uniprojekt TERRA, 2016). Za njega je procijenjeno da ne treba predobradu prije otpreme do postrojenja za spaljivanje izvan Hrvatske. Prijevoz će se vršiti kamionima u kontejnerima koji moraju biti zatvoreni i vodonepropusni, a radi zaštite okoliša od onečišćenja prilikom transporta, kamioni moraju biti oprani nakon utovara.

Već je spomenuto da su istraživanja iz 2014. godine utvrdila da ne postoji jasna granica između sloja plutajućih ugljikovodika i otpadne vode, te da je ona prisutna vjerojatno u obliku volumnih džepova. Sloj vode umjereno je onečišćen suspendiranim česticama te će se njihova koncentracija povećavati tijekom uklanjanja vode kako joj se volumen bude smanjivao. Sklop plutajuće pumpe će se postaviti da usmjerava vodu do obalne instalacije koja se sastoji od sedimentacijskog spremnika (ciklonski tip) nakon sustava pojasnog filtra (OIKON, 2015b). Ovaj koncept učinkovito odvaja grubi materijal i suspendirane čestice bez stvaranja dodatne vode za ispiranje. Podešavanje pH treba biti provedeno istodobno s crpljenjem vode (IPZ Uniprojekt TERRA, 2016). Uz dodatak koagulanta/flokulenta, moguće je također ukloniti vodene emulzije. Nakon toga slijedi uklanjanje krutih tvari iz vode adsorpcijom na granuliranom aktivnom ugljenu (eng. *Granular Activated Carbon*, GAC) (OIKON, 2015b). Otpadna voda neće biti u potpunosti uklonjena radi njenog korištenja u izvedbi sljedeće faze.

Najjači utjecaj na kvalitetu zraka očekuje se tijekom vađenja mekog katrana kada su moguće emisije opasnih plinova sumporovih oksida (SO_x) (OIKON, 2015b). Tijekom sanacije će se pratiti kvaliteta zraka pomoću spomenute postaje Viševac kako bi se mogle poduzeti mjere zaštite okolnog stanovništva (evakuacija, obustava radova, korištenje vodenih topova) u slučaju prekoračenja dozvoljenih koncentracija opasnih plinova. Zaštitni sloj otpadne vode koji će ostati na površini jame (debljine 0,2 — 0,5 m), tijekom uklanjanja mekog katrana služiti će u sprečavanju emisije plinova otpadnih slojeva mekog katrana (IPZ Uniprojekt TERRA, 2016).

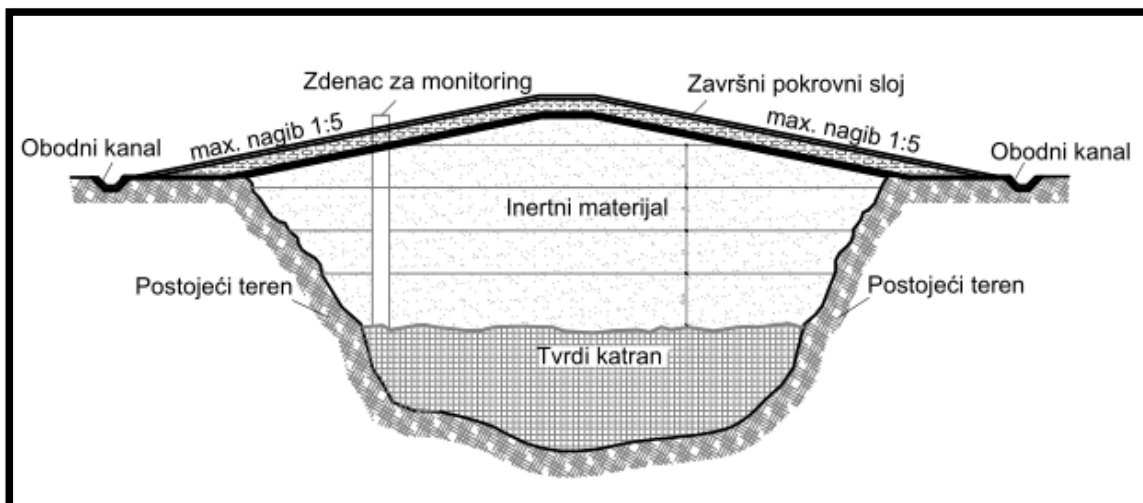
Ovaj problem neće se u potpunosti moći ukloniti, jer se ispuštanje sumporovih oksida očekuje ponajprije u fazama samog iskapanja i predobrade, zbog čega će biti provedene dodatne mjere predostrožnosti. Sloj mekog katrana uklanjat će se mehaničkim iskopom uz korištenje velike dizalice (kao i sloj plutajućih ugljikovodika) te biti usmjeren u jedinicu za predobradu uz jamu gdje će se stabilizirati s vapnom, u 10%-tnoj količini u ukupnoj smjesi, kako bi se povećala viskoznost u skladu s potrebama sigurnog transporta (OIKON, 2015b). Također će se spaljivati izvan Hrvatske. Njegovo vađenje staje kada se dođe do razine tvrdog katrana koji ostaje u jami. Kako bi se ustanovilo da se iskapanjem došlo do tvrdog materijala odnosno tvrdog katrana/taloga koristit će se metoda terenske odluke za ocjenu krutosti tla (tablica 3) (IPZ Uniprojekt TERRA, 2016).

Tablica 3. Metoda terenske odluke za ocjenu krutosti tla na temelju pritiska palca

(IPZ Uniprojekt TERRA, 2016)

Pritisak palca ASTM D 2488 - 93 (1995)	
KONZISTENTNO STANJE	KRITERIJ
VRLO MEKO	ostavlja trag dublji od 25 mm
MEKO	ostavlja trag dubok do 25 mm
TVRDO	ostavlja trag oko 6 mm
KRUTO	palac ne prodire u tlo, ali se nokat lako utiskuje
VRLO KRUTO	nokat ne prodire u tlo, njime se samo para površina tla

Završna faza (slika 9) obuhvaća sustavno zapunjavanje jame kako bi se sloj tvrdog katrana izolirao od utjecaja vode i zraka u svrhu zaštite tla i podzemne vode. Prvo će se postaviti glineni donji brtveni sloj vrlo niskog koeficijenta vodopropusnosti ($k = 10^{-9}$ m/s) koji mora biti deo barem 1 metar. Zatim će se jama zapunjavati inertnim materijalom (predviđene količine od oko 110 000 m³) u slojevima od 50 — 100 cm, uz pažljivo strojno nabijanje i ugradnju vertikalnog zdenca za monitoring. Na kraju je jamu potrebno zatvoriti prekrivanjem završnim pokrovnim slojem koji se sastoji od bentonitskog tepiha (bentonit je vrsta gline) koeficijenta vodopropusnosti istog kao za donji brtveni sloj, drenažnog sloja za vode (šljunak) debljine 60 cm i rekultivirajućeg sloja tla debljine 2 metra. Biti će sagrađen i obodni kanal za prikupljanje oborinske vode (OIKON, 2015b).



Slika 9. Prikaz Sovjaka nakon završne faze sanacije

Preuzeto iz: OIKON, 2015b

Sanacija bi trebala trajati oko 5 godina, a nakon toga je predviđeno praćenje i održavanje lokacije barem 20 godina prema preporukama Europske unije. Ukupni troškovi projekta iznose 49,627,411 € te bi u njima prema planu trebali sudjelovati EU (iz Kohezijskog fonda) sa 42,183,299 € (85 %) i Republika Hrvatska (iz Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost) sa 7,444,112 € (15 %) (FZOEU, 2018). Tijekom sanacije potrebno je provoditi mjere zaštite okoliša (vode, zraka, stanovništva, biološke i krajobrazne raznolikosti, itd.) Uz već spomenute rizike, postoji opasnost od eksplozije i požara zbog prisustva brojne tehnološke opreme kao i izlivanja opasnog otpada. Potrebno je uspostaviti kvalitetnu komunikaciju sa okolnim stanovništvom kako bi se ono pravovremeno upozorilo na potencijalne opasnosti. Razina buke koja nastaje prilikom rada strojeva treba biti održavana na razumnoj razini, a posebno navečer za vrijeme odmora pošto će ljudi u blizini Sovjaka morati s njom živjeti tijekom godina sanacije. Dane su i preporuke planiranja transporta kamionima kako se okolni promet ne bi preopteretio.

5. ZAKLJUČAK

U ponikvu Sovjak su se od 1956. do 1990. godine odlagale različite vrste opasnog industrijskog otpada sa šireg riječkog područja i malim dijelom iz Slovenije. Opasnost koju ovo neplanski stvoreno odlagalište opasnog otpada predstavlja za okoliš dodatno potencira krški reljef koji je na promatranom području nedovoljno istražen i vrlo osjetljiv na zagađenje podzemne vode zbog uglavnom dobre propusnosti podloge, a izražena je i seizmička aktivnost terena. Od 1987. godine na području jame su provedeni istražni radovi radi ispitivanja svojstava i količine otpada, njegovog utjecaja na okoliš i planiranja sanacije. Utvrđeno je postojanje 4 sloja redom od površine do dna jame (1. plutajući sloj ugljikovodika, 2. sloj otpadne vode, 3. sloj mekog katrana, 4. sloj tvrdog katrana) koji su se odvojili tijekom vremena. Početna evidentirana količina odloženog otpada (250 000 m³) smanjila na 152 000 m³ današnjeg procijenjenog volumena. To znači da se dio otpada isprao u tlo oborinama i otpadnom vodom, a potencijalan utjecaj na podzemnu vodu teško je procijeniti zbog nedostatka detaljnih hidroloških istraživanja. Da bi bio održiv, plan sanacije jame Sovjak mora u obzir uzeti zaštitu okoliša i po mogućnosti uključivati obnovu ili barem poboljšanje ekosustava u odnosu na postojeće degradirano stanje stvoreno aktivnostima odlaganja otpada. Plan sanacije predviđa uklanjanje gornjih slojeva opasnog otpada iz jame sve do sloja tvrdog katrana koji će u njoj ostati jer se pretpostavlja da čini nepropusnu barijeru na njenom dnu. Svakom se sloju pri uklanjanju treba posvetiti posebna pažnja. Sanacijom će se prostor ponikve nažalost izgubiti, ali će se vizualno uklopiti u okolni teren tako da će se jama ispuniti inertnim materijalom prirodnog podrijetla i tako formirati lagani brežuljak iznad nje na koji će se posaditi trava i autohtono bilje. Tijekom sanacije je potrebno provoditi mjere zaštite okoliša te uspostaviti kvalitetnu komunikaciju s okolnim stanovništvom koje treba pravovremeno upozoriti na potencijalne opasnosti koje se mogu javiti tijekom zahvata.

6. LITERATURA

Benac, Č., Dugonjić, S., Vivoda, M., Maja Oštrić, M., Arbanas, Ž. (2011). A Complex landslide in the Rječina Valley: results of monitoring from 1998–2010. *Geologia Croatica*, 64/3, 239–249.

*Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost – FZOEU (2018). Sažetak studije izvedivosti za sanaciju lokacije visoko onečišćene otpadom (“crna točka”) Sovjak u Općini Viškovo, Primorsko – goranska županija, Republika Hrvatska. Zagreb.

Gušić, D., Landeka, J., Lukuć, A., Prša, M., Vidić, I. (2016). Seizmička aktivnost na području Republike Hrvatske. *List studenata Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu*, 84-90.

*Institut za primijenjenu ekologiju - OIKON (2014). Izvješće o prethodnim istražnim radovima. Zagreb.

*Institut za primijenjenu ekologiju - OIKON (2015a). Elaborat o provedenim istražnim radovima. Zagreb.

*Institut za primijenjenu ekologiju - OIKON (2015b). Studija utjecaja na okoliš zahvata sanacije lokacije visoko onečišćene opasnim otpadom (crna točka) "Sovjak". Zagreb.

*IPZ Uniprojekt TERRA (2016). Idejni projekt sanacije lokacije visoko onečišćene opasnim otpadom (crna točka) "Sovjak" – rev 2. Zagreb.

Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije – NZZJZPGŽ (2019). Kvaliteta zraka na postaji imisijskog monitoringa Viševac, Viškovo (Razdoblje ispitivanja: 01.01.-31.12.2018.). Rijeka. URL: <http://iszz.azo.hr/iskzl/datoteka?id=86719> (19.7.2020.)

Ribić, I. (2008). Sustainable redevelopment of hazardous waste landfills – the hazardous waste landfill of Sovjak (Rijeka, Croatia) as case study. *Natura Croatica*, Vol. 17, No. 4., 375–384.

Vivoda, M., Benac, Č., Žic, E., Đomlija, P., Dugonjić Jovančević, S. (2012). Geohazard u dolini Rječine u prošlosti i sadašnjosti. *Hrvatske vode*, 81, 105-116.

Šikić, D., Pleničar, M., Šparica, M. (1972). Osnovna geološka karta SFRJ – Ilirska Bistrica mjerilo 1:100 000

URL 1. <https://visitviskovo.hr/sto-raditi/kalic-kapitovac/> (19.7.2020.)

URL 2. http://klima.hr/k1/k1_9/RnormY7100_detaljno.pdf (19.7.2020.)

Slika 5. <https://ju-priroda.hr/wp-content/uploads/2018/04/Dno-vrta%C4%8De-s-lokvom-Foto-Marko-Randi%C4%87-1.jpg> (20.7.2020.)

Slika 6. <http://iszz.azo.hr/iskzl/images/dyn?id=235> (20.7.2020.)

* Literatura označena zvjezdicom dostupna je na:

https://www.fzoeu.hr/hr/javna_nabava/prehodno_savjetovanje_sa_zainteresiranim_gospodarskim_subjektima/projektiranje_i_izvođenje_radova_sanacije_jame_sovjak_ii_prehodno_savjetovanje/ (18.7.2020.)

7. SAŽETAK

Ponikva koja se popularno naziva "jama Sovjak" lokacija je visoko onečišćena različitim opasnim industrijskim otpadom koji se u nju odlagao od 1956. do 1990. godine pretežito sa šireg riječkog područja. Sam prostor oko jame gusto je naseljen i karakteriziran krškim reljefom koji je uglavnom vrlo osjetljiv na onečišćenje podzemnih voda zbog svoje vodopropusnosti. Ovakvo neplanski stvoreno odlagalište degradira kvalitetu krajobraza i životnih uvjeta te time vjerojatno negativno utječe na ljude, floru i faunu. Od 1987. godine na području jame se provode istražni radovi radi utvrđivanja količine i svojstava otpada, njegovog utjecaja na okoliš i planiranja dugo iščekivane sanacije. Njima je utvrđeno da se dio otpada tijekom vremena isprao u tlo oborinama i otpadnom vodom, a potencijalan utjecaj na podzemnu vodu teško je procijeniti zbog nedostatka detaljnih hidroloških istraživanja. Pokazalo se da postoje 4 sloja otpada koji su se odvojili tijekom vremena, a svakom se mora posvetiti posebna pažnja pri sanaciji. Nakon uklanjanja otpada do željene razine, ponikva će se sustavno zatrpavati inertnim materijalom te poprimiti izgled brežuljka. Tijekom sanacije potrebno je provoditi mjere zaštite okoliša te održavati kvalitetnu komunikaciju s okolnim stanovništvom.

8. SUMMARY

The doline popularly called "The Sovjak pit" is a location highly contaminated with different types of hazardous industrial waste which was disposed of in it from 1956 to 1990, mostly from the wider area of City of Rijeka. The location around the pit is densely populated and characterized by karst terrain which is generally very sensitive to groundwater pollution due to its water permeability. Such an unplanned landfill degrades the quality of the landscape and life conditions and thus probably has a negative impact on people, and flora and fauna. Since 1987, research works have been carried out in the area of the pit in order to determine the amount and properties of the waste, its impact on the environment and to plan the long-awaited remediation. It was concluded that part of the waste was washed into the soil over time by precipitation and wastewater, but the potential impact on groundwater is difficult to assess due to the lack of detailed hydrological research. There are 4 layers of waste that have been separated over time, and each must be given special attention during remediation. After removing the waste to the desired level, the doline will be systematically buried with inert material and terrain. During the remediation, it is necessary to implement environmental protection measures and maintain quality communication with the surrounding population.