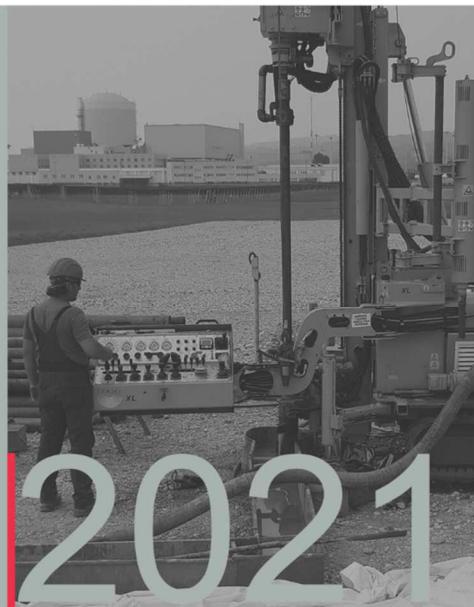


arao

Ravnanje z radioaktivnimi odpadki
Radioactive Waste Management



Dolgoročni nadzor in vzdrževanje zaprtega odlagališča rudarske jalovine Jazbec v letih 2019 in 2020

Poročilo za sejo OS občine Gorenja vas-
Poljane, 10. 6. 2021

05-01-002

maj, 2021

<i>Dokument:</i>	ARAO 05-01-002	<i>Prejemnik:</i> Občina Gorenja vas - Poljane
<i>Datum:</i>	maj, 2021	
<i>Revizija</i>		
<i>Število izvodov:</i>		
<i>Naslov dokumenta:</i>		
Dolgoročni nadzor in vzdrževanje zaprtega odlagališča rudarske jalovine Jazbec v letih 2019 in 2020		
<i>Ime in priimek:</i>		<i>Podpis:</i>
<i>Pripravi:</i> Matej Rupret u.d.i.geol.		
<i>Pripravila:</i> dr. Metka Kralj		
<i>Odobril :</i> mag. Sandi Viršek		

KAZALO

1	Uvod	4
2	Dela, izvedena v okviru javne službe v letih 2019 in 2020	5
2.1	Program dolgoročnega nadzora in vzdrževanja	5
2.1	Nadzor stanja in vzdrževalna dela	6
2.2	Meritve radioaktivnosti	7
2.3	Ostale meritve	8
3	rezultati nadzora in meritev v letih 2019 in 2020	8
3.1	Stabilnost odlagališča	8
3.2	Hidrološke razmere	9
3.3	Fizikalno-kemijske značilnosti voda na območju odlagališča	10
3.1	Ionizirajoče sevanje	11
3.2	Izpusti v zrak	13
3.3	Izpusti v vodo	14
3.4	Izpostavljenost prebivalstva	16
4	Zaključek in načrti	17

1 UVOD

Odlagališče rudarske jalovine Jazbec je okoljsko saniran in zaprt objekt, kjer je odložen material s povečano količino naravnih radionuklidov. Odloženi material je posledica preteklih dejavnosti pridobivanja in izkoriščanja uranove rude na območju Rudnika Žirovski vrh. Leta 2014 je bilo na podlagi ugotovitev o okoljski sanaciji območja na odlagališču Jazbec izdano dovoljenje za zaprtje, s katerim je bil tudi ukinjen status sevalnega objekta za odlagališče Jazbec. Leta 2015 so bile na območju odlagališča ukinjene pravice in obveznosti iz dovoljenja za izkoriščanje uranove rude, iz rudarskega registra pa je bil RŽV d.o.o. izbrisan kot zavezanec za ta del pridobivalnega prostora.

Po končanih upravnih postopkih je ARAO na odlagališču Jazbec lahko začel z izvajanjem javne gospodarske službe dolgoročnega nadzora in vzdrževanja ter upravljanja odlagališča. Javna služba obsega:

- vizualni nadzor,
- vzdrževanja stanja objekta,
- monitoring:
 - o *hidrološki,*
 - o *fizikalno-kemijski,*
 - o *radiološki,*
 - o *geodetski,*
 - o *monitoring stabilnosti.*

Glavni namen javne službe je ohranjanje stanja, ki je bilo doseženo z okoljsko sanacijo in preverjeno v prehodnem petletnem obdobju pred končnim zaprtjem (2009 – 2013).

Nadzor oziroma monitoring se izvaja predvsem zaradi spremljanja stanja odlagališča samega. Če rezultati nadzora ne odstopajo od rezultatov, dobljenih v prehodnem petletnem obdobju, to pomeni, da tudi vplivi odlagališča na okolje in zdravje ljudi ne odstopajo od vplivov v tistem obdobju. Z vzdrževanjem objekta v stanju, kakršno je bilo doseženo z okoljsko sanacijo, se torej zagotavlja varovanje okolja in zdravja ljudi.



Slika1: Zgornji del odlagališča Jazbec.

Značilnosti odloženega materiala na odlagališču Jazbec so:

Masa odloženega materiala	1,91 x 10 ⁶ t
Količina urana v odloženem materialu	69 g U ₃ O ₈ /t Skupna masa odloženega U ₃ O ₈ je 131,8 t
Skupna aktivnost odloženega materiala	21,7 x 10 ¹² Bq.

Površina odlagališča Jazbec je porasla s travno rušo, ki se vzdržuje s košnjo. Zaraščanje z grmovjem in drevjem ob ograji se preprečuje s čiščenjem in košnjo. Prst je že nekoliko izčrpana in zahteva dognojevanje.

Podrobno spremljanje razmer na odlagališču ter njegovih okoljskih vplivov v prehodnem petletnem obdobju (2009 – 2013) in v nadaljnjih dveh letih do zaprtja odlagališča je pokazalo, da so bili s končno ureditvijo odlagališča Jazbec cilji sanacije doseženi, tekoči izpusti radioaktivnih snovi so se močno zmanjšali, prav tako so se zmanjšali izpusti radioaktivnih snovi v podtalnico, izpusti aerosolov z uranom in potomci ter izpusti radona v zrak. Vplivi odlagališča so pod administrativno določenimi mejami. Sorazmerno z zmanjšanjem izpustov se je zmanjšal tudi vpliv odlagališča na okolje in prispevek odlagališča Jazbec k dodatni efektivni dozi ionizirajočega sevanja, ki jo prejme lokalno prebivalstvo zaradi zaprtih rudniških objektov.

2 DELA, IZVEDENA V OKVIRU JAVNE SLUŽBE V LETIH 2019 IN 2020

2.1 Program dolgoročnega nadzora in vzdrževanja

Odlagališče rudarske jalovine Jazbec je okoljsko saniran zaprt objekt, ki nima statusa sevalnega objekta, zato ukrepi varstva pred sevanji na območju odlagališča za prebivalstvo in zaposlene niso potrebni. Kot javna služba se na njegovem območju izvajata dolgoročni nadzor in vzdrževanje, ki sta časovno neomejena. Način, predmet in pogoje opravljanja obvezne državne gospodarske javne službe določa uredba Vlade RS (Ur. List RS 76/2015). Javna služba ima dva ključna cilja:

- z vzdrževanjem zagotoviti dolgoročno integriteto in stabilnost odlagališča in s tem tudi trajno zavarovanje okolja pred posledicami rudarjenja in sevanja,
- z dolgoročnim nadzorom ter tehničnim monitoringom preverjati stanje na odlagališču in izpolnjevanje varnostnih funkcij.

Spremljaje stanja zaprtega odlagališča Jazbec se izvaja po programu dolgoročnega nadzora in vzdrževanja, ki je del varnostnega poročila. Zakonodaja na področju varstva pred sevanji in jedrske varnosti zahteva stalno spremljanje radioloških parametrov okolja ter spremljanje določenih fizikalno-kemijskih in geodetskih parametrov, ki služijo kot indikatorji stanja na odlagališču. Za zaprto odlagališče jalovine po okoljski zakonodaji ni potrebno izvajati monitoringa splošnih fizikalno-kemijskih parametrov okolja.

Po zaprtju odlagališča je smiselna optimizacija frekvence meritev in zmanjšanje števila merilnih točk v primerjavi z obsegom monitoringa v predhodnem obdobju. V primeru, da vrednosti, izmerjene v okviru dolgoročnega nadzora bistveno odstopajo od vrednosti, doseženih v petletnem prehodnem obdobju, je to znak, da se z odlagališčem nekaj dogaja in je potrebno stanje podrobno preučiti. Ključna dejavnost za nadzor stanja odlagališča po zaprtju je vizualni nadzor odlagališča in spremljevalne infrastrukture. V letu 2019 je bila s strani upravnega organa sprejeta sprememba varnostnega poročila za odlagališče Jazbec, ki vključuje spremembo programa monitoringa v obdobju dolgoročnega nadzora, spremenjene avtorizirane mejne vrednosti izpustov radioaktivnih snovi ter spremenjeno metodologijo za pripravo okvirne ocene doz zaradi prisotnost zaprtega odlagališča Jazbec.

2.1 Nadzor stanja in vzdrževalna dela

ARAO v zadnjih letih zagotavlja redno kontrolo stanja odlagališča Jazbec (prekrivka, sistem odvodnjavanja) ter po potrebi tudi manjša vzdrževalna dela, kot so čiščenje in vzdrževanje odtokov, čiščenje podrasti ob ograji odlagališča. Zagotovljena je bila košnja na površini odlagališča Jazbec in odvoz pokošene trave, s čimer se ohranja travna ruša in integriteta prekrivke odlagališča.

V letih 2019 in 2020 je bil opravljen redni strokovni nadzor stanja odlagališča, ki je obsegal vizualni pregled:

- površine odlagališča,
- varnostne ograje in opozorilnih oznak,
- dovoznih poti,
- drenažnih jarkov za odvod površinskih vod,
- vhodnega dela prepusta pod odlagališčem,
- objektov tehničnega monitoringa (piezometri, točke geodetske mreže, inklinometri),
- sistemov za odvodnjavanje v zaledju odlagališča ter preusmeritve potoka Jazbec v Brdarčkovno grapo.

Ugotovljeno stanje je primerno. Sistem za odvajanje voda je ustrezno učinkovit, tako površinski drenažni jarki kot prepust pod odlagališčem in kanal Jazbec. Objekti tehničnega monitoringa so v ustreznem stanju.

V letu 2019 je bil dodatno izveden tudi ogled drenažnega jaška in propusta pod odlagališčem Jazbec. Glavna ugotovitev izvedenega ogleda je bila, da se stanje propusta, drenažnega jaška in vtokov drenažnih sistemov od zadnjega nadzora, ki je bil izveden leta 2013 praktično ni spremenilo oziroma poslabšalo.

Izvedena so bila vsa potrebna redna vzdrževalna dela:

- košnja trave na celotni površini znotraj varovalne ograje na odlagališču Jazbec,
- odstranjevanje podrasti (trava, praproč, nizko grmovje, robidovje) na notranji in zunanji strani ograje,
- dognojevanje na celotni površini znotraj ograje odlagališča Jazbec.

V letih 2019 in 2020 so bila izvedena še dodatna vzdrževalna dela čiščenja drenažnih jarkov na odlagališču in vtočnih objektov površinskih vod, ki dotekajo na odlagališče. Očiščen je bil tudi kanal Jazbec in izpraznjena sta bila oba zadrževalnika na območju preusmeritve potoka Jazbec v Brdarčkovno grapo. Delno so bili sanirani tudi kanali za odvajanje površinskih vod na zgornjem delu odlagališča in utrjeni nekateri stebri ograje odlagališča. Druga vzdrževalna dela na objektu niso bila potrebna. V naslednjih letih bo potrebno izvesti dodatna vzdrževalna dela

na sistemu drenažnih jarkov na odlagališču, ponekod na dovoznih poteh in manjša popravila ograje odlagališča.



Slika 2: Vtok vode po jarkih 1 in 2 in iztok iz prepusta pod odlagališčem v kanal Jazbec po obilnejših padavinah (november 2019).

2.2 Meritve radioaktivnosti

Glavni namen monitoringa radioaktivnosti na območju zaprtega odlagališča Jazbec je preko spremljanja izpustov radioaktivnih snovi iz odlagališča preverjati, ali je stanje odlagališča takšno, kot je bilo ob zaprtju in torej izpolnjuje z varnostnim poročilom določene standarde glede izpustov v okolje. Odlagališče ne obratuje in na njem, razen občasnih vzdrževalnih del, nadzora in meritev, ne potekajo nikakršna dela. Na podlagi podatkov o izpustih se oceni tudi prejeta efektivna doza za referenčno osebo. Predhodne ocene izpostavljenosti in rezultati monitoringa kažejo, da je koncentracija radona v zraku edini relevantni parameter izpostavljenosti, ki se lahko pomembno spreminja iz leta v leto. Zato se pri pripravi ocene doz skladno z uveljavljeno metodologijo upošteva letne meritve koncentracije radona v zraku, ki se mu prišteje ocenjena dodatna prejeta doza zaradi uživanja hrane in vode, ki temelji na podatkih iz prehodnega petletnega obdobja. Ocenjena vrednost je po zelo konzervativnih predpostavkah in ob upoštevanju velike negotovosti merskih rezultatov 40 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$.

Monitoring radioaktivnosti na območju odlagališča Jazbec je v letih 2019 in 2020 obsegal:

- meritve hitrosti doze zunanjega sevanja gama,
- meritve izpustov po zračni prenosni poti (dozno polje, zunanje sevanje gama, koncentracija radona v zraku, radonski tok skozi prekrivko),
- meritve izpustov po vodni prenosni poti v iztoku prepusta pod odlagališčem in v iztoku jamske vode na platoju P-10 ob vznožju odlagališča (koncentracija ^{238}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{230}Th),
- meritve koncentracije radionuklidov v podtalnici oz. vodi pod odloženim materialom v odlagališču (koncentracija ^{238}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{230}Th),

- meritve koncentracije radionuklidov v prejemniku izcednih vod iz jame in iz prepusta pod odlagališčem (Brebovščica) in v vzorcih podtalnice na širšem območju odlagališča (Gorenja Dobrava).

Avtorizirane mejne vrednosti za izpuste radioaktivnih snovi iz odlagališča niso bile presežene.

Na podlagi pridobljenih rezultatov je bil ocenjen vpliv odlagališča na okolje. Vpliv na zrak oziroma povišano koncentracijo radona v zraku je bil ocenjen na podlagi podatkov o izpustih radona. Izvedene so bile tudi meritve koncentracij radioaktivnih snovi v Brebovščici, kjer so koncentracije radionuklidov nizke in se znižujejo dolvodno po vtoku kanala Jazbec v Brebovščico.

2.3 Ostale meritve

Za izvajanje dolgoročnega nadzora je na območju odlagališča izdelan sistem za tehnični monitoring:

- mreža geodetskih točk,
- dva inklinometra,
- štiri piezometri,
- vzorčevalno-merilno mesto za izcedne vode na spodnjem robu prepusta pod odlagališčem.

Stabilnost celotnega odlagališča skupaj s prekrivko se preverja z geodetskimi meritvami, ki so ob koncu petletnega prehodnega obdobja pokazale, da teren še ni povsem stabiliziran in se še poseda, vendar posedanje na območju odlagališča ni imelo negativnih posledic.

Poleg radiološkega monitoringa vod na območju odlagališča Jazbec se izvaja tudi osnovni fizikalno-kemijski monitoringa stanja vod. Rezultati meritev osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov vode (pH, temperatura, skupne raztopljene snovi in električna prevodnost kot indikatorji koncentracij ionov), ki priteče iz prepusta pod odlagališčem Jazbec in iz iztoka jamske vode na platoju P-10 so bili v mejah, značilnih za površinske manjše vodotoke v dobrem ekološkem stanju.

3 REZULTATI NADZORA IN MERITEV V LETIH 2019 IN 2020

Na podlagi rezultatov nadzora in monitoringa na območju odlagališča rudarske jalovine Jazbec v letih 2019 in 2020 lahko zaključimo, da se ohranja stanje, ki je bilo doseženo po zaključku sanacijskih del, kar tudi zagotavlja dolgoročno varnost odlagališča. Izrednih dogodkov na območju odlagališča Jazbec v letih 2019 in 2020 ni bilo.

3.1 Stabilnost odlagališča

Geodetske meritve, izvedene v okviru monitoringa v petletnem prehodnem obdobju, so pokazale ustrezno stabilnost in minimalno posedanje ter premike v horizontalni smeri, zato se jih skladno z varnostnim poročilom v okviru dolgoročnega nadzora izvaja na tri leta. Zadnje meritve so bile izvedene v letu 2018, ko je bilo pripravljeno poročilo o izmeri geodetke mreže. Meritve so pokazale, da premiki ostajajo v mejah, ki so bile značilne tudi za predhodne meritve. Odlagališče se nekoliko poseda v vertikalni smeri in premika v smeri proti dolini. Premiki so v primerjavi s predhodno meritvijo v večini točk geodetske mreže statistično značilni, vendar pričakovani. Letni horizontalni premik v posamezni točki je < 1 cm, največji letni vertikalni premik pa je ~ 1,5 cm.

Ravno tako meritve inklinacije v dveh inklinometrih na območju odlagališča Jazbec v letih v letu 2018 niso pokazale bistvenih sprememb glede na nulto meritev, ki je bila izvedena 18. 02. 2009. Odloženi material se še rahlo poseda, sicer pa je odlagališče stabilno.

Potresi, ki so bili na širšem območju zabeleženi v zadnjih dveh letih, na odlagališču Jazbec niso pustili vidnih posledic.

V letu 2019 je bil poleg rednega nadzora odlagališča Jazbec, izveden tudi nadzor stanja njegovih podzemnih drenažnih sistemov. V okviru nadzora je bil opravljen ogled stanja prepusta in drenažnega jaška na odlagališču. Ogled je bil izveden s pomočjo članov jamarskega društva Gorenja vas, ki so nam zagotavljali ustrezno varovanje ob ogledu obeh objektov.



Slika 3: Ogled prepusta pod odlagališčem Jazbec (levo), pogled iz drenažnega jaška proti površju (desno).

Glavna ugotovitev izvedenega ogleda je bila, da se stanje prepusta, drenažnega jaška in vtokov drenažnih sistemov od zadnjega nadzora leta 2013 praktično ni spremenilo oziroma poslabšalo. Naslednji ogled stanja podzemnih drenažnih sistemov je predviden v letu 2024.

3.2 Hidrološke razmere

Skupna letna količina padavin in količina vode v iztoku iz prepusta sta bili v letih 2019 in 2020 primerljivi, a nekoliko večji kot v predhodnih dveh letih. V času prehodnega petletnega obdobja se je nakazovalo postopno poviševanje izmerjenih pretokov na iztoku iz prepusta pod odlagališčem, kar se je nadaljevalo tudi vse do leta 2019. V zadnjih dveh letih se je količina vode, ki izhaja iz prepusta pod odlagališčem nekoliko znižala, kar bi lahko bila posledica izvedenih vzdrževalnih del na odlagališču Jazbec. Letna količina padavin, izmerjena na vremenski postaji Boršt Gorenja vas je bila v letih 2019 in 2020 v okviru vrednosti izmerjenih v času prehodnega petletnega obdobja 2009-2013.

V okviru spremljanja stanja na odlagališču Jazbec po zaprtju je tudi spremljanje nivoja podtalnice v odlagališču s pomočjo štirih piezometrov, od katerih eden sega v kamninsko osnovo, ostali trije pa v telo odlagališča. Večje spremembe v nivojih vode v piezometrih bi pokazale na pomembnejše strukturne spremembe v telesu odlagališča. V letih 2019 in 2020 so bili nivoji vode v piezometrih primerljivi z nivoji v prejšnjih letih.

Poplav, zemeljskih usadov in zemeljskih plazov na območju odlagališča zaradi padavin v letih 2019 in 2020 ni bilo.

3.3 Fizikalno-kemijske značilnosti voda na območju odlagališča

Splošno stanje odlagališča se preverja tudi z meritvami standardnih fizikalno-kemijskih parametrov izcedne vode, ki priteče iz prepusta pod odlagališčem (MM Jazbec) in v iztoku jamske vode (JV-P-10), talne vode v piezometrih na robu odlagališča (BS-27, BS-29) in vode v piezometrih v telesu odlagališča Pz-Ja-1, Pz-Ja-2, Pz-Ja-3, Pz-Ja-4).

Za preverjanje vplivov na okolje zaradi izpustov v površinske vode in podtalnico na širšem območju odlagališča Jazbec odlagališča so bile v letih 2019 in 2020 izvedene meritve fizikalno-kemijskih parametrov tudi pred in po vtoku jamske vode in vode iz prepusta pod odlagališčem v Brebovščico, v potoku Brebovščica in v podtalnici v Gorenji Dobravi. Rezultati meritev so prikazani v naslednjih dveh tabelah.

Tabela 1: Rezultati meritev osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov vzorcev površinske in talne vode na območju zaprtega odlagališča Jazbec v letih 2019 in 2020.

	T VODE [°C]		pH VODE		SPECIFIČNA ELEKTRIČNA PREVODNOST [μS/cm]		CELOTNE RAZTOPLJENE SNOVI [mg/l]	
	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019
MM Jazbec	9,4	11,5	7,63	7,62	713	769	418	556
MM kanal Jazbec	10,3	12,8	8,22	8,15	530	327	406	195
JV-P-10	11,0	11,5	8,49	8,17	184	170	112	132
Pz-Ja-1	12,6	13,5	7,89	7,51	1225	1873	998	1691
Pz-Ja-2	12,8	13,7	7,67	7,65	1601	1610	1366	1248
Pz-Ja-3	13,5	13,4	7,91	7,49	1683	1728	1527	1611
Pz-Ja-4	13,0	13,3	7,91	7,76	317	507	177	216
BS-27	11,8	11,0	7,79	7,59	614	681	428	451
Izvir 1	14,0	13,7	8,13	8,20	84	186	48,9	72,4

Tabela 2: Rezultati meritev osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov vzorcev površinske in talne vode na širšem vplivnem območju zaprtega odlagališča Jazbec (meritve v okolju) v letih 2019 in 2020

	T VODE [°C]		pH VODE		SPECIFIČNA ELEKTRIČNA PREVODNOST [μS/cm]		CELOTNE RAZTOPLJENE SNOVI [mg/l]	
	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019
Brebovščica, pred (iztokom iz MM Jazbec in JV-P-10)	13,8	13,3	8,47	8,35	163	325	89,2	177
Brebovščica, po (iztoku iz MM Jazbec in JV-P-10)	14,0	13,9	8,26	8,38	191	302	103	167
MP Gorenja Dobrava (Brebovščica)	14,3	16,5	8,39	8,15	175	368	95,9	115

BS-30	11,9	14,5	8,52	8,76	216	335	117	112
-------	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----

Podatki in rezultati meritev podtalnice iz piezometra BS-30 kažejo, da izpusti v potok Brebovščica nimajo bistvenega neradiološkega vpliva na vodno okolje. Rezultati za osnovne fizikalno-kemijske parametre za leti 2019 in 2020 so primerljivi z rezultati v prehodnem petletnem obdobju, na podlagi česar je mogoče zaključiti, da se stanje odlagališča ustrezno vzdržuje.

3.1 Ionizirajoče sevanje

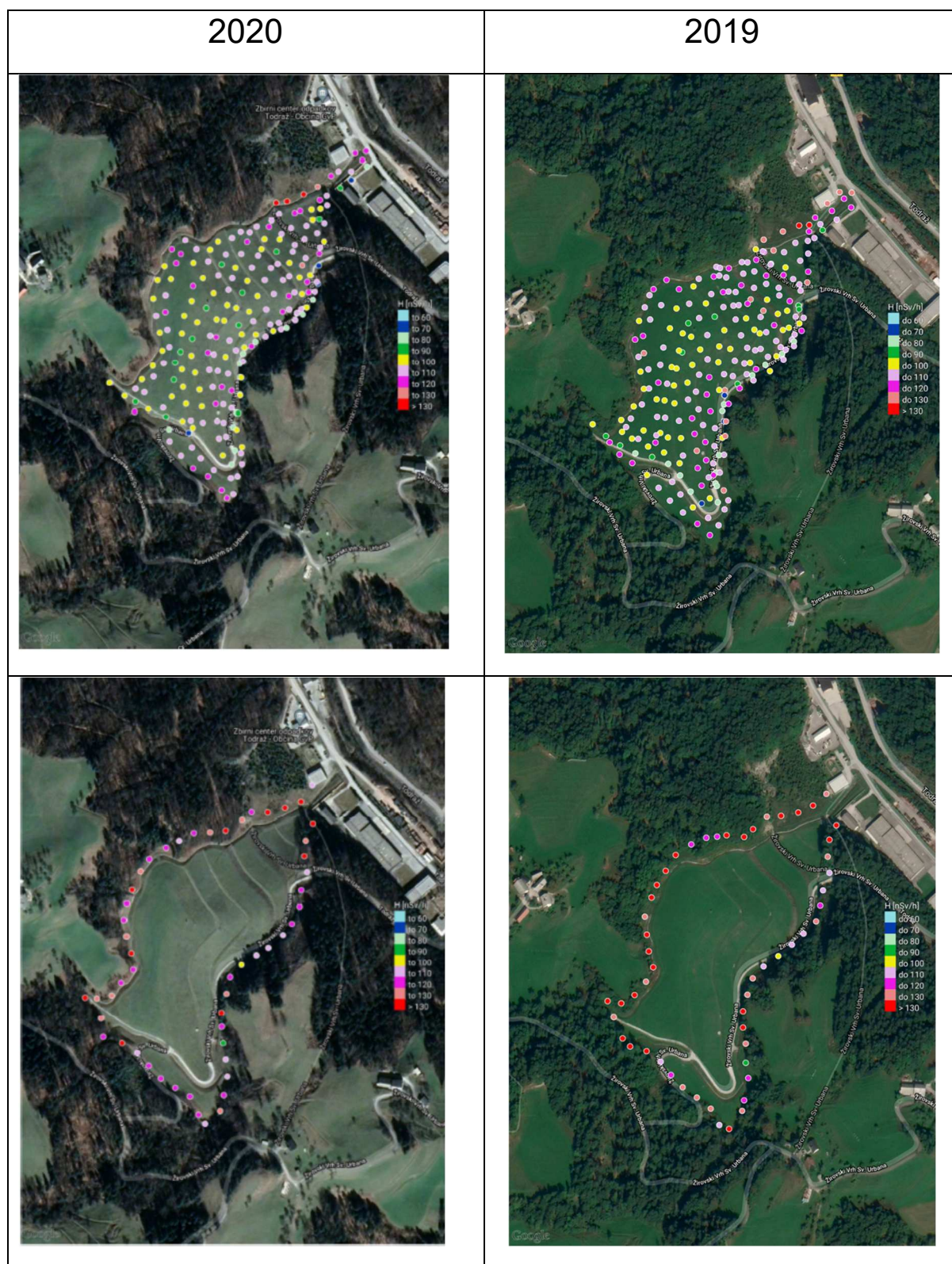
Izvedene so bile meritve zunanjega sevanja gama (okoljski ekvivalent doze $H^*(10)$) na območju odlagališča Jazbec. Rezultati v letu 2020 so primerljivi z rezultati meritev v letu 2019 (tabela 3).

Tabela 3: Hitrosti doze zunanjega sevanja gama na MM SV brežina in MP Jazbec v letih 2020 in 2019.

	MM SV brežina				MP Jazbec			
	2020		2019		2020		2019	
	jan.-jun.	jul.-dec.	jan.-jun.	jul.-dec.	jan.-jun.	jul.-dec.	jan.-jun.	jul.-dec.
$H^*(10)$ [$\mu\text{Sv/h}$]	0,148	0,151	0,145	0,149	0,137	0,145	0,153	0,135
Povprečna hitrost doze	0,149		0,147		0,141		0,144	

Poleg teh meritev je ARAO izvedel meritve hitrosti doze zunanjega sevanja gama na celotni površini odlagališča Jazbec znotraj ograje in vzdolž zunanje strani ograje in pripravil prikaz doznega polja. Rezultati meritev hitrosti doze zunanjega sevanja gama v letu 2020 so primerljivi z rezultati v predhodnih letih. Dozno polje se od zaprtja odlagališča ni bistveno spremenilo, zato lahko sklepamo, da ni prišlo do večjih sprememb v prekrivki odlagališča.

Izmerjene hitrosti doz zunanjega sevanja gama v letih 2019 in 2020 znotraj ograje odlagališča so med 0,06 in 0,14 $\mu\text{Sv/h}$ in ne presegajo avtorizirane mejne vrednosti 0,2 $\mu\text{Sv/h}$, upoštevajoč utežni faktor za sevanje gama in celotni obsev. Nekoliko višje vrednosti so bile izmerjene zunaj ograje odlagališča, na S robu ob vznožju odlagališča in na JZ robu na vrhu odlagališča in sicer med 0,09 in 0,16 $\mu\text{Sv/h}$ (Slika 4).



Slika 4: Prikaz doznega polja zunanjega sevanja gama na odlagališču Jazbec v letu 2020 in 2019 (prikazani tudi rezultati meritev vzdolž zunanje strani ograde).

3.2 Izpusti v zrak

Z okoljsko sanacijo odlagališča Jazbec so se radioaktivni izpusti aerosolov in radona v zrak močno zmanjšali. Meritve radonskega toka skozi prekrivko na odlagališču kažejo, da je radonski tok primerljiv z običajnim radonskim tokom v naravnem okolju, ki je $<0,02 - 0,03 \text{ Bq/m}^2\text{s}$ (Tabela 4).

Tabela 4: Radonski tok skozi prekrivko odlagališča Jazbec v letih 2020 in 2019 ter primerjava s povprečnimi vrednostmi v prehodnem petletnem obdobju 2009 – 2013

	RADONSKI TOK [$\text{Bq/m}^2\text{s}$]		
	2020	2019	2009 - 2013
Povprečna vrednost več merilnih mest	$0,012 \pm 0,004$	$0,016 \pm 0,004$	$0,028 \pm 0,007$



Slika 5: Izvajanje meritev radonskega toka skozi prekrivko na pobočju odlagališča Jazbec.

Predvsem v spodnjem delu odlagališča in po dolini Brebovščice navzdol je radon še edini dejavnik, ki prispeva k dodatni izpostavljenosti prebivalstva zaradi prisotnosti objektov nekdanjega Rudnika urana Žirovski Vrh, vendar je po zaprtju odlagališča tudi ta prispevek k izpostavljenosti majhen. Rezultati meritev koncentracije radona v letu 2020 so sicer pokazali rahlo povišanje v primerjavi s prejšnjim letom, vendar so v okviru povprečnih vrednosti, izmerjenih v prehodnem petletnem obdobju.

Tabela 5: Rezultati meritev koncentracije radona z detektorji jedrskih sledi na območju odlagališča Jazbec v primerjavi z rezultati meritve v prehodnem petletnem obdobju pred zaprtjem 2009 - 2013.

	KONCENTRACIJA ^{222}Rn [Bq/m^3]				
	2020		2019		POVPREČJE 2009 - 2013
	jan.-junij	julij-dec.	jan.-junij	julij-dec.	
MM SV brežina	$20,0 \pm 1,7$	$23,0 \pm 2,3$	$16,5 \pm 1,5$	$18,3 \pm 1,5$	
Letno povprečje	$21,5 \pm 1,4$		$17,4 \pm 1$		23
MP Jazbec	$38,7 \pm 3,5$	$45,7 \pm 3,8$	$31,3 \pm 2,9$	$50,7 \pm 4,4$	
Letno povprečje	$42,2 \pm 2,6$		$41,0 \pm 2,6$		40

3.3 Izpusti v vodo

Radioaktivne snovi lahko iz bivših rudniških objektov prehajajo tudi raztopljene v vodi, in sicer v iztoku iz prepusta pod odlagališčem Jazbec in v iztoku jamske vode na platoju P-10. Iz odloženega materiala na odlagališču lahko pronikajo tudi navzdol v vodo pod odlagališčem in vsaj teoretično obstaja možnost, da pronikajo tudi v talno vodo. Zato je na območju odlagališča določen monitoring površinskih vod in talne vode. V letih 2019 in 2020 je ARAO zagotovil meritve koncentracije ^{238}U [$\mu\text{g/l}$] in ^{226}Ra [Bq/m^3] v vseh odvzetih vzorcih. V izpustih vode na ožjem območju odlagališča (MM Jazbec, JV-P-10) in v potoku Brebovščica (MP Gorenja Dobrava) so bile dodatno izvedene tudi meritve koncentracije ^{210}Pb in ^{230}Th [Bq/m^3]. Vzorčenje in meritve je izvedel pooblaščen izvajalec meritev radioaktivnosti v okolju.

Za tekoče izpuste radionuklidov na območju zaprtega odlagališča Jazbec v fazi dolgoročnega nadzora so z odobreno spremembo varnostnega poročila določene avtorizirane mejne vrednosti za naslednje radionuklide:

- specifična aktivnost ^{238}U :
 - iztok vode iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM Jazbec) – 9000 Bq/m^3 ,
 - iztok jamske vode (JV-P-10) – 5000 Bq/m^3 ,
- specifična aktivnost ^{226}Ra :
 - iztok vode iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM Jazbec) – 100 Bq/m^3 ,
 - iztok jamske vode (JV-P-10) – 100 Bq/m^3 ,
- specifična aktivnost ^{210}Pb :
 - iztok vode iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM Jazbec) – 50 Bq/m^3 ,
 - iztok jamske vode (JV-P-10) – 50 Bq/m^3 ,
- specifična aktivnost ^{230}Th :
 - iztok vode iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM Jazbec) – 5 Bq/m^3 ,
 - iztok jamske vode (JV-P-10) – 5 Bq/m^3 ,

Vrednosti veljajo za vzorec vode, ki je odvzet enkrat letno. Rezultati meritev v letih 2019 in 2020 so prikazani v tabeli 6.



Slika 6: Vzorčenje vode iz piezometra.



Slika 7: Vzorčenje vode v kanalu Jazbec.

Tabela 6: Rezultati meritev koncentracij radionuklidov v površinskih vodotokih in talni vodi na ožjem in širšem območju odlagališča Jazbec v letih 2020 in 2019.

VZORČEVALNO MESTO	²³⁸ U [µg/l]		²²⁶ Ra [Bq/m ³]		²¹⁰ Pb [Bq/m ³]		²³⁰ Th [Bq/m ³]	
	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019
Ožje območje odlagališča Jazbec								
MM Jazbec	490	455	71,0 ± 5,7	60,7 ± 5,6	16,0±1,0	35,1±1,4	0,085±0,025	0,08±0,02
MM Kanal Jazbec	315	95,4	24,2 ± 2,1	12,7 ± 1,3				
JV-P-10	185	185	48,8 ± 4,4	47,5 ± 4,0	11,8±1,0	9,7±0,9	0,095±0,024	0,11±0,02
Pz-Ja-1	656	1059	51,5 ± 4,2	112,6 ± 9,9				
Pz-Ja-2	1490	1078	28,0 ± 2,6	20,2 ± 1,9				
Pz-Ja-3	24600 ¹	9659	113 ± 10	100,5 ± 8,9				
Pz-Ja-4	34,8	55,2	46,3 ± 3,9	42,6 ± 3,9				
BS-27	433	481	8,89 ± 0,96	15,9 ± 1,7				
Izvir-1	< 0,2	0,4	0,59 ± 0,15	0,48 ± 0,14				
Brebovščica, pred (iztokom JV-P-10 in kanala Jazbec)	0,2	1,4	2,29 ± 0,35	2,0 ± 0,3				
Brebovščica, po (iztoku JV-P-10 in kanala Jazbec)	11,8	29,8	3,97 ± 0,48	9,1 ± 1,0				
Širše območje, na katerega vplivata odlagališči Jazbec in Boršt								
MP Gorenja Dobrava	8,7	15,2	3,81 ± 0,46	4,3 ± 0,5				
BS-30	0,5	1,3	3,85 ± 0,52	4,8 ± 0,6				

¹ Umazana/motna voda

Rezultati meritev koncentracij radioaktivnih snovi, za katere so določene avtorizirane mejne vrednosti, so primerljivi z rezultati meritev v predhodnih letih. Tudi rezultati meritev, za katere avtorizirane mejne vrednosti niso določene, so primerljivi z rezultati meritev v preteklih letih. Meritve v okolju, izvedene v letih 2019 in 2020 kažejo, da so koncentracije ²³⁸U in ²²⁶Ra v površinskih vodotokih na širšem območju odlagališča nizke, na podlagi česar lahko zaključimo, da je vpliv odlagališča na okolje zanemarljiv.

3.4 Izpostavljenost prebivalstva

Dovoljena dodatna izpostavljenost prebivalstva v vplivnem območju nekdanjega rudnika urana je 300 μ Sv/leto. Ta vrednost vključuje dodatno izpostavljenost zaradi vseh nekdanjih rudarskih objektov, torej odlagališča Jazbec, odlagališča Boršt in rudniške jame. Po zaključeni sanaciji so se izpusti iz odlagališča Jazbec močno znižali, kar se odraža tudi v oceni skupne prejete efektivne doze. Največji prispevek k dozi daje radon v zraku. Prispevek radioaktivnih snovi v pitni vodi in hrani je majhen, saj so koncentracije radioaktivnih snovi v hrani in vodi izredno nizke in na meji merljivosti.

Vplivi posameznih objektov se v smeri proti Gorenji vasi združujejo in z meritvami v okolju po sotočju Todraščice in Brebovščice ne morejo ločevati med vplivi posameznih objektov. Po zaprtju objektov se zato skladno z varnostnim poročilom za odlagališče Jazbec ocena izpostavljenosti pripravi kot okvirna ocena za dodatno dozo na podlagi rezultatov meritev koncentracije ²²²Rn (detektorji sledi). Ocena se pripravi za odraslo osebo, ki živi v Gorenji Dobravi, pri čemer se upošteva prispevek k dozi zaradi vdihavanja radona in dodatno pavšalni prispevek zaradi zaužitja lokalno pridelane hrane in vode. Ta prispevek je zelo konservativno ocenjen na 40 μ Sv/leto.

Ocene prejetih doz za referenčno osebo v letih 2019 in 2020 so primerljive in predstavljajo manj od 40 % avtorizirane mejne vrednosti za izpostavljenost prebivalstva. Ocene so nekoliko višje od ocen v poročilu o prehodnem petletnem obdobju 2009 -2013, saj so bili v tem poročilu za oceno prispevka zaradi vdihavanja in zaužitja ocenjeni na podlagi dejanskih rezultatov meritev, po metodologiji za obdobje dolgoročnega nadzora pa se prišteje zelo konservativno ocenjeno pavšalno vrednost dodatnih 40 μ Sv/leto. V določenih predhodnih letih pa prispevek k dozi zaradi vdihavanja in zaužitja sploh ni bil upoštevan.

Tabela 7: Skupna letna efektivna doza referenčne osebe na vplivnem območju nekdanjega rudnika urana Žirovski Vrh v letih 2020 in 2019.

	Ocena skupne prejete letne efektivne doza [μ Sv/leto]		
	2020	2019	2009 - 2013
Referenčna odrasla oseba (Gorenja vas)	112,8 $\pm$ 4,0	109,7 ²	105

² Ocena pooblaščenega izvedenca, objavljena za leto 2019, ni bila pripravljena po metodologiji za obdobje dolgoročnega nadzora, temveč po metodologiji za prehodno petletno obdobje in je znašala 71 $\pm$ 21 μ Sv/leto.

4 ZAKLJUČEK IN NAČRTI

Na odlagališču Jazbec se je po zaprtju konec leta 2015 začela izvajati obvezna državna gospodarska javna služba dolgoročnega nadzora in vzdrževanja, katere glavni namen je, da se spremlja stanje objekta in v primeru, da rezultati nadzora in monitoringa bistveno odstopajo od rezultatov, pridobljenih v prehodnem petletnem obdobju pred zaprtjem, zagotovi ustrezna dodatna vzdrževalna dela na območju odlagališča. V okviru rednega nadzora se ugotavlja potencialne spremembe stanja odlagališča in izvaja redno vzdrževanje objekta.

Rezultati nadzora objekta, radiološkega monitoringa in monitoringa osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov v okolju, hidrološkega in geodetskega monitoringa ter monitoringa stabilnosti terena so v letih 2019 in 2020 pokazali, da je stanje objekta primerljivo s stanjem, ki je bilo ugotovljeno v prehodnem petletnem obdobju. Prav tako rezultati monitoringa v letih 2019 in 2020 ne odstopajo bistveno od ugotovljenega stanja v prehodnem petletnem obdobju. Vpliv objekta državne infrastrukture na okolje in prebivalstvo se vzdržuje na ravni, ki je bila dosežena s končno ureditvijo odlagališča.

Pri rednem nadzoru odlagališča se občasno pokaže potreba po izvedbi dodatnih vzdrževalnih del na objektu, ki jih glede na stopnjo nujnosti, v najkrajšem možnem času tudi izvedemo. S tem se ohranja stanje odlagališča Jazbec kot je bilo ob njegovem zaprtju.