

# arao

Ravnanje z radioaktivnimi odpadki  
Radioactive Waste Management



# Dolgoročni nadzor in vzdrževanje zaprtega odlagališča rudarske jalovine Jazbec v letih 2021 in 2022

Poročilo za sejo OS občine Gorenja vas-  
Poljane, 15. 6. 2023

**05-01-002**

junij, 2023

<i>Dokument:</i>	ARAO 05-01-002	<i>Prejemnik:</i> Občina Gorenja vas - Poljane
<i>Datum:</i>	junij, 2023	
<i>Revizija</i>		
<i>Število izvodov:</i>		
<i>Naslov dokumenta:</i>		
<h1>Dolgoročni nadzor in vzdrževanje zaprtega odlagališča rudarske jalovine Jazbec v letih 2021 in 2022</h1>		
<i>Ime in priimek:</i>	<i>Podpis:</i>	
<i>Pripravi:</i> <b>Matej Rupret u.d.i.geol.</b>		
<i>Pripravi:</i> <b>Jernej Györköš u.d.fiz.</b>		
<i>Odobril :</i> <b>mag. Sandi Viršek</b>		



## KAZALO

1	Uvod.....	3
2	Dela, izvedena v okviru javne službe v letih 2021 in 2022 .....	4
2.1	Program dolgoročnega nadzora in vzdrževanja.....	4
2.2	Nadzor stanja in vzdrževalna dela .....	5
2.3	Meritve radioaktivnosti.....	6
2.4	Ostale meritve .....	7
3	rezultati nadzora in meritev v letih 2021 in 2022 .....	7
3.1	Stabilnost odlagališča .....	7
3.2	Hidrološke razmere .....	9
3.3	Fizikalno-kemijske značilnosti voda na območju odlagališča .....	9
3.1	Ionizirajoče sevanje .....	11
3.2	Izpusti v zrak .....	13
3.3	Izpusti v vodo .....	15
3.4	Izpostavljenost prebivalstva .....	17
4	Zaključek .....	18

## 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. V primeru, da rezultati nadzora ne odstopajo od rezultatov, pridobljenih 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: Spodnji del odlagališča Jazbec.

Značilnosti odloženega materiala na odlagališču Jazbec so:

Masa odloženega materiala	1,91 x 10 <sup>6</sup> t
Količina urana v odloženem materialu	69 g U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> /t Skupna masa odloženega U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> je 131,8 t
Skupna aktivnost odloženega materiala	21,7 x 10 <sup>12</sup> 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 učinkoviti dozi ionizirajočega sevanja, ki jo prejme lokalno prebivalstvo zaradi zaprtih rudniških objektov.

## 2 DELA, IZVEDENA V OKVIRU JAVNE SLUŽBE V LETIH 2021 IN 2022

### 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, št. 76/2015) in nova uredba o načinu in pogojih izvajanja obvezne državne gospodarske javne službe za ravnanje z radioaktivnimi odpadki (Ur. list RS, št. 8/2022), ki velja od 1. 2. 2022.

Javna služba ima dva ključna cilja:

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

Spremljanje 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 bi vrednosti, izmerjene v okviru dolgoročnega nadzora bistveno odstopale od vrednosti, doseženih v petletnem prehodnem obdobju, bi bil to lahko znak, da se z odlagališčem nekaj dogaja in bi bilo 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 prisotnosti zaprtega odlagališča Jazbec.

## 2.2 Nadzor stanja in vzdrževalna dela

ARAO 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.

Na letni ravni je bil izveden 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 Brdarčkovo grapo.

Za leti 2021 in 2022 je bila podana ugotovitev, da je stanje odlagališča primerno. Sistem za odvajanje voda je ustrezno učinkovit, ravno tako površinski drenažni jarki, prepust pod odlagališčem in kanal Jazbec. Objekti tehničnega monitoringa so v ustreznem stanju.

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 2021 in 2022 so bila izvedena še dodatna vzdrževalna dela predvsem na preusmeritvi potoka Jazbec v Brdarčkovo grapo. Na tej preusmeritvi sta bila očiščena in izpraznjena dva zadrževalnika, na katerih sta bili na novo urejeni tudi kamniti zloženci. S tem skrbimo, da preusmeritev potoka Jazbec še naprej normalno deluje. Izvedena so bila vzdrževalna dela na jarku, ki poteka ob severozahodnem robu odlagališča Jazbec in služi za odvodnjavanje površinskih voda iz odlagališča. Na nekaterih mestih so bila izvedena manjša popravila ograje, vrat in stebrov ograje odlagališča. Očiščena je bila tudi okolica merilne postaje Jazbec.

Druga vzdrževalna dela na objektu v zadnjih dveh letih niso bila potrebna.



Slika 2: Zadrževalnika na potoku Jazbec, pred preusmeritvijo v Brdarčkovo grapo.

Ogled drenažnega jaška in propusta pod odlagališčem Jazbec se izvaja na vsakih pet let. Zadnji ogled je bil izveden v decembru 2019. 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.

### 2.3 Meritve radioaktivnosti

Namen monitoringa radioaktivnosti na območju zaprtega odlagališča Jazbec je, da preko spremljanja izpustov radioaktivnih snovi iz odlagališča preverjamo, ali je stanje odlagališča takšno, kot je bilo ob zaprtju in s tem 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 (pred zaprtjem odlagališča). Ocenjena vrednost je po zelo konzervativnih predpostavkah in ob upoštevanju velike negotovosti merskih rezultatov 40  $\mu\text{Sv}/\text{leto}$ .

Monitoring radioaktivnosti na območju zaprtega odlagališča Jazbec je v letih 2021 in 2022 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 platuju P-10 ob vznožju odlagališča (koncentracija  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ),
- meritve koncentracije radionuklidov v podtalnici oz. vodi pod odloženim materialom v odlagališču (koncentracija  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ),

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

Rezultati analiz kažejo, da 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 in jamske vode v Brebovščico.

## 2.4 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 manjše površinske vodotoke, v dobrem ekološkem stanju.

## 3 REZULTATI NADZORA IN MERITEV V LETIH 2021 IN 2022

Na podlagi rezultatov nadzora in monitoringa na območju odlagališča rudarske jalovine Jazbec v letih 2021 in 2022 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 2021 in 2022 ni bilo.

### 3.1 Stabilnost odlagališča

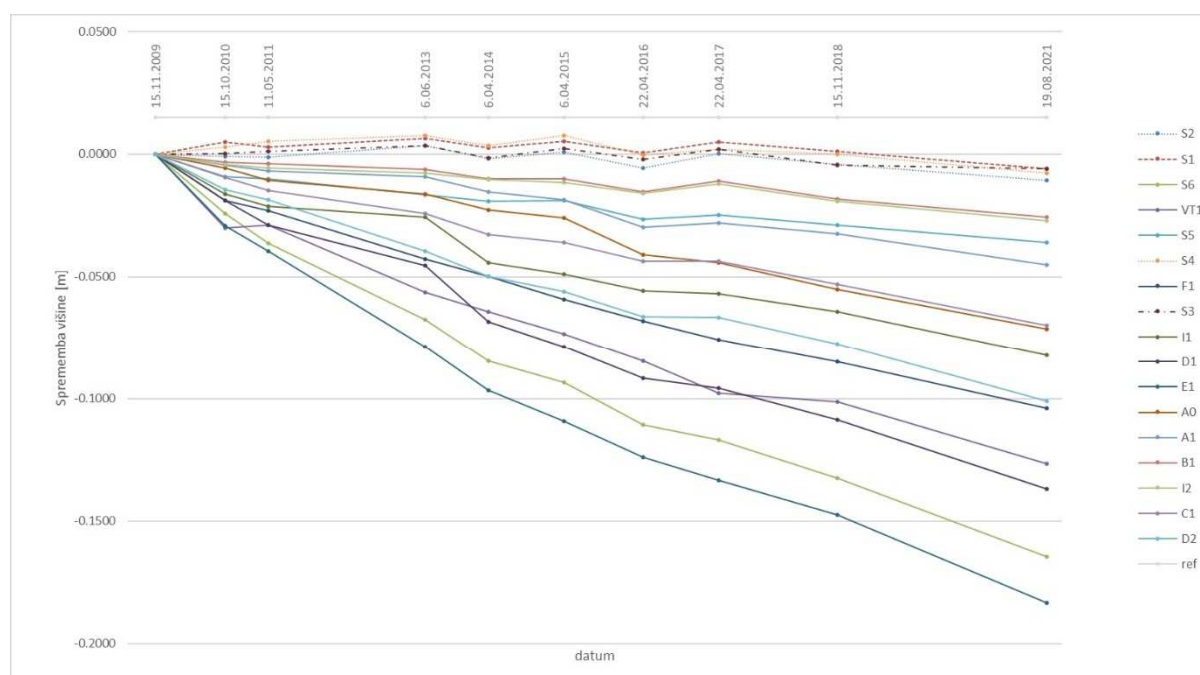
Geodetske meritve in meritve inklinacije izvedene v okviru monitoringa v petletnem prehodnem obdobju, so pokazale ustrezno stabilnost in minimalno posedanje ter premike v horizontalni smeri, zato se jih skladno z varnostnim poročilom v okviru dolgoročnega nadzora izvaja na tri leta.

Predhodne meritve so bile izvedene v letu 2018 in so bile v letu 2021 izvedene ponovno.



Meritve inklinacije v dveh inklinometrih na območju odlagališča Jazbec v letu 2021 niso pokazale sprememb v primerjavi z meritvijo v letu 2018. Prav tako ni bistvenih sprememb glede na prvotno meritvev, ki je bila izvedena 18. 02. 2009. Odloženi material se še vedno rahlo poseda, sicer pa je odlagališče stabilno.

Izmera geodetske mreže, izvedena v letu 2021 je pokazala, 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 letu 2018 v večini točk geodetske mreže statistično značilni, vendar pričakovani. Letni horizontalni premik v posamezni točki znaša približno 1 cm. Največji vertikalni premik, ki je bil zabeležen na geodetskih točkah odlagališča Jazbec, znaša 1,2 cm/leto. Na grafu 1. je prikazana sprememba višin geodetskih točk od ničelne do zadnje izmere.



Graf 1: Sprememba višin geodetskih točk od ničelne do zadnje izmere v letu 2021.

Ogled drenažnega jaška in prepusta pod odlagališčem Jazbec se izvaja na vsakih pet let. Zadnji ogled je bil izveden v decembru 2019 v okviru katerega je bilo ugotovljeno, da se stanje prepusta, drenažnega jaška in vtokov drenažnih sistemov od predhodnega nadzora, ki je bil izveden leta 2013 praktično ni spremenilo oziroma poslabšalo. Naslednji ogled drenažnih sistemov je načrtovan v letu 2024.

Potresi, ki so bili na širšem območju zabeleženi v letih 2021 in 2022, na odlagališču Jazbec niso pustili posledic.

## 3.2 Hidrološke razmere

V letu 2021 je bila zabeležena nekoliko manjša letna količina padavin kot v predhodnih dveh letih. Letna količina padavin, izmerjena na vremenski postaji Boršt Gorenja vas je v letu 2021 znašala 1527 mm kar je v okviru povprečne vrednosti v prehodnem petletnem obdobju 2009-2013. Skupna letna količina padavin v letu 2022, je bila opazno manjša kot v letu 2021 in kot je znašalo povprečje padavin v letih 2009-2013. Letna količina padavin, izmerjena na vremenski postaji Boršt Gorenja vas, je v letu 2022 znašala 1346 mm, kar je približno 15% manj kot je znašala povprečna vrednost v prehodnem petletnem obdobju. V letu 2022, do septembra, količina padavin v nobenem mesecu ni dosegla 100 mm. Je bila pa količina padavin v septembru približno enaka skupni količini padavin od januarja do avgusta leta 2022. Takšna razporeditev padavin je opazno vplivala tudi pretoke iz propusta odlagališča Jazbec in jamske vode.

Iztok na propustu odlagališča Jazbec je bil v letu 2021 za približno 3 % večji kot v predhodnem letu. Glede na to, da ne gre za bistvene razlike ne v padavinah in ne v izmerjenih pretokih in da na odlagališču ni bilo opaznih sprememb lahko sklepamo, da je drugačna razporeditev padavin vplivala na nekoliko večjo količino drenažnih vod odlagališča v primerjavi z letom 2020. Je bila pa iztok na propustu odlagališča Jazbec v letu 2022 za kar približno 14 % manjši kot v predhodnem letu. Opazno znižanje pretokov velja pripisati podpovprečni količini padavin v prvih osmih mesecih leta 2022.

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 lahko nakazovale na pomembnejše strukturne spremembe v telesu odlagališča. V letih 2021 in 2022, nivoji vode v piezometrih niso odstopali od že zabeleženih nivojev v preteklosti. To pa pomeni, da je nihanje podtalnice na tem območju v okviru pričakovanih.

Poplav, zemeljskih usadov in zemeljskih plazov na območju odlagališča v letih 2021 in 2022 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 tudi v letih 2021 in 2022 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 2021 in 2022.

	T vode [°C]		pH vode		Specifična električna prevodnost [ $\mu$ S/cm]		CELOTNE RAZTOPLJENE SNOVI [mg/l]	
	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021
MM Jazbec	11,7	11,0	7,19	7,41	460	729	289	535
MM kanal Jazbec	11,6	11,0	7,76	8,12	204	191,2	146	107
JV-P-10	10,3	10,3	7,74	8,12	176	179,1	123	115
Pz-Ja-1	13,0	13,0	7,52	7,51	1734	1920	1536	1848
Pz-Ja-2	15,4	13,1	7,16	7,33	1296	1755	2035	1523
Pz-Ja-3	14,3	12,5	7,21	7,44	1638	1539	1441	1438
Pz-Ja-4	13,2	13,3	7,38	7,53	440	340	275	210
BS-27	11,5	11,7	7,4	7,42	519	636	384	440
Izvir 1	11,9	15,1	7,6	8,52	77	135,8	68,5	65,7

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 2021 in 2022

	T vode [°C]		pH vode		specifična električna prevodnost [ $\mu$ S/cm]		CELOTNE RAZTOPLJENE SNOVI [mg/l]	
	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021
Brebovščica, pred (iztokom iz MM Jazbec in JV-P-10)	11,5	13,5	8,31	8,62	207	333	119	184
Brebovščica, po (iztoku iz MM Jazbec in JV-P-10)	11,5	12,7	8,34	8,66	236	301	139	160
MP Gorenja Dobrava (Brebovščica)	12,2	12,7	8,36	8,64	205	268	123	146
BS-30	12,2	11,8	8,31	8,51	242	243	127	133

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 zadnji dve leti so primerljivi z rezultati v prehodnem petletnem obdobju, na podlagi česar je mogoče zaključiti, da se ohranja ustrezno stanje odlagališča.

### 3.1 Ionizirajoče sevanje

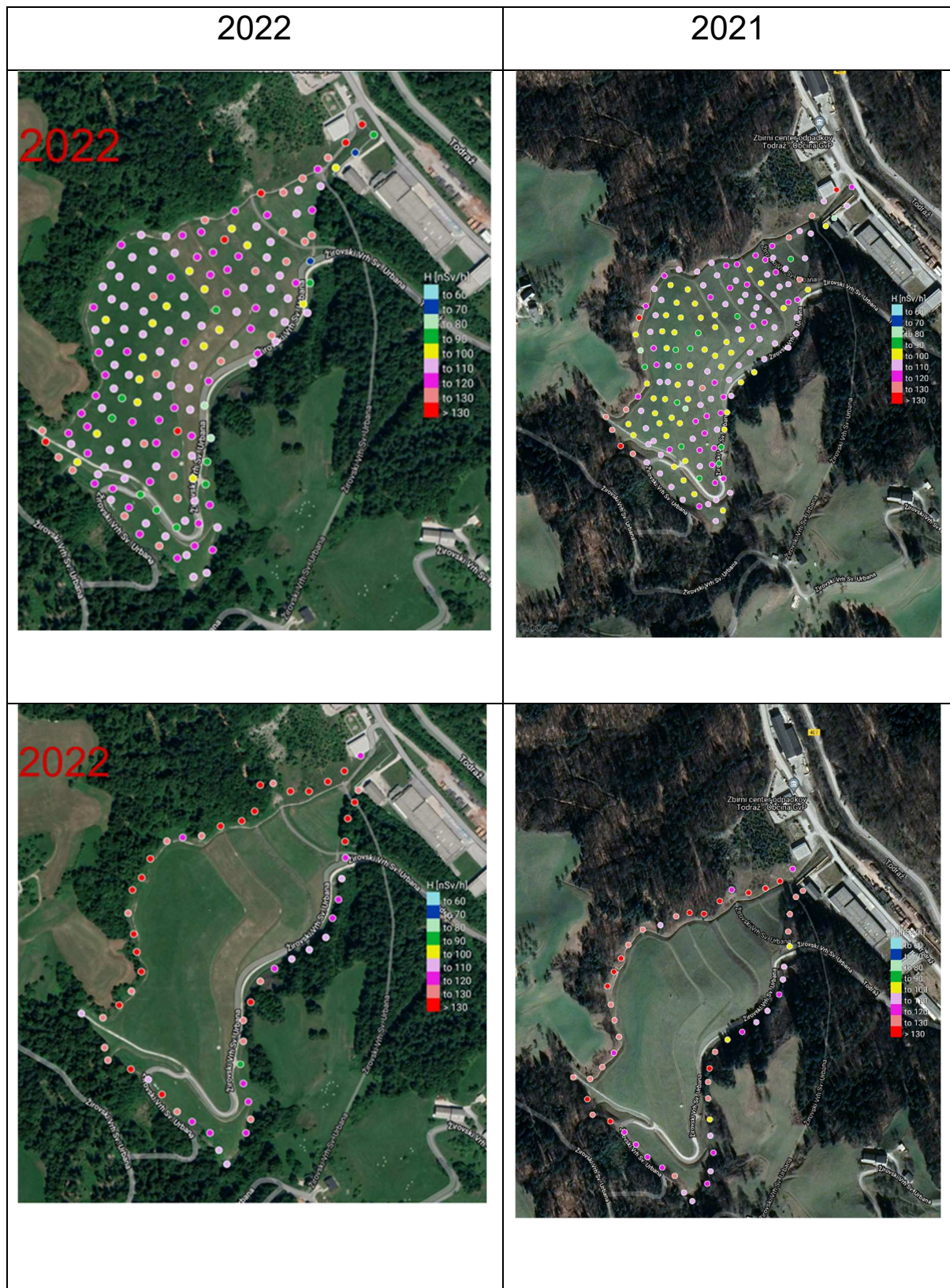
Skladno z varnostnim poročilom so bile izvedene meritve zunanjega sevanja gama (okoljski ekvivalent doze  $H^*(10)$ ) na območju odlagališča Jazbec. Rezultati v letu 2022 so primerljivi z rezultati meritev v letu 2021 (tabela 3).

Tabela 3: Hitrosti doze zunanjega sevanja gama na MM SV brežina in MP Jazbec v letih 2022 in 2021.

	MM SV brežina				MP Jazbec			
	2021		2022		2021		2022	
	6. 1. 2021- 6. 7. 2021	6. 7. 2021- 4. 1. 2022	4. 1. 2022- 13. 7. 2022	13. 7. 2022- 5. 1. 2023	6. 1. 2021- 6. 7. 2021	6. 7. 2021- 4. 1. 2022	4. 1. 2022- 13. 7. 2022	13. 7. 2022- 5. 1. 2023
$H^*(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	0,146	0,153	0,154	0,144	0,139	0,136	0,135	0,134
Povprečna hitrost doze [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	<b>0,150</b>		<b>0,149</b>		<b>0,137</b>		<b>0,134</b>	

ARAO je izvedel tudi 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 letih 2021 in 2022 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 2021 in 2022 znotraj ograje odlagališča so med 0,068 in 0,146  $\mu\text{Sv/h}$  in ne presegajo avtorizirane mejne vrednosti 0,2  $\mu\text{Sv/h}$ . Nekoliko višje vrednosti so bile, tako kot v prejšnjih letih, izmerjene zunaj ograje odlagališča, na S robu ob vznožju odlagališča in na JZ robu na vrhu odlagališča in sicer med 0,088 in 0,16  $\mu\text{Sv/h}$  (Slika 3). Višje izmerjene hitrosti doz na zunanji strani ograje so posledica geološke sestave lokalnih tal, medtem ko je odlagališče prekrto s prekrivko, ki zmanjša zunanje sevanja gama kljub odloženemu materialu.



Slika 3: Prikaz doznega polja zunanjega sevanja gama na odlagališču Jazbec v letu 2021 in 2022 (prikazani tudi rezultati meritev vzdolž zunanje strani ograje).

### 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 2021 in 2022 ter primerjava s povprečnimi vrednostmi v prehodnem petletnem obdobju 2009 – 2013

	RADONSKI TOK [ $\text{Bq/m}^2\text{s}$ ]		
	2022	2021	2009 - 2013
Povprečna vrednost več merilnih mest	<b><math>0,010 \pm 0,003</math></b>	<b><math>0,022 \pm 0,014</math></b>	<b><math>0,028 \pm 0,007</math></b>



Slika 4: Merilna oprema in izvajanje meritev radonskega toka skozi prekrivko na pobočju odlagališča Jazbec.

V spodnjem delu odlagališča in po dolini Brebovščice navzdol je radon, tako kot drugod po Sloveniji, najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na izpostavljenost prebivalstva. Po zaprtju odlagališča je ta prispevek k izpostavljenosti majhen in odvisen predvsem od vremenskih razmer in prevetrenosti doline ter merske metode. Rezultati meritev koncentracije radona v zadnjih dveh letih so v okviru povprečnih vrednosti, izmerjenih v prehodnem petletnem obdobju. Iz poročila o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji za leto 2021 lahko primerjamo rezultate povprečne letne koncentracije radona v Gornji Dobravi ( $25 \text{ Bq/m}^3$ ), Gorenji vasi ( $24 \text{ Bq/m}^3$ ) in Ljubljani ( $21 \text{ Bq/m}^3$ ). Izmerjene vrednosti so primerljive.



Slika 5: Meritve koncentracije radona z detektorji sledi na merilnem mestu.

ZVD d.o.o. je v letu 2020 pripravil poročilo o sistematičnem pregledovanju delovnega in bivalnega okolja (št. LMSAR-72/2020-PJ), kjer je zapisal “V obdobju november 1993 - februar 1994 so bile v okviru nacionalnega programa izmerjene koncentracije radona v približno 900 naključno izbranih stanovanjih na območju Slovenije. Iz povprečne vrednosti 87 Bq/m<sup>3</sup> je bila aproksimativno določena srednja letna vrednost, ki znaša 54 Bq/m<sup>3</sup>.” Iz navedenega je sicer pridobljene rezultate težko primerjati, saj so bile meritve opravljene tako zunaj kot znotraj objektov in so predvsem odvisne od geološke sestave tal, vrste meritev in vremenskih razmer.

Tabela 5: Rezultati meritev koncentracije radona v Bq/m<sup>3</sup> pridobljenih z detektorji jadrskih sledi na območju odlagališča Jazbec in v njegovi okolici v zadnjih dveh letih in v primerjavi z rezultati meritev v prehodnem petletnem obdobju pred zaprtjem 2009 - 2013.

		KONCENTRACIJA <sup>222</sup> Rn [Bq/m <sup>3</sup> ]				2009-2013
		2021		2022		
		6. 1. 2021-6. 7. 2021	7. 7. 2020-6. 1. 2021	4. 1. 2022-13. 7. 2022	13. 7. 2022-5. 1. 2023	
MM SV brežina	Polletne vrednosti	18,6 ± 1,5	27,8 ± 2,5	25,0 ± 2,3	28,2 ± 2,5	
	<b>Letno povprečje</b>	<b>23,2 ± 1,4</b>		<b>26,6 ± 1,7</b>		<b>23</b>
MP Jazbec	Polletne vrednosti	33,0 ± 2,9	52,3 ± 4,6	50,2 ± 4,3	50,7 ± 4,4	
	<b>Letno povprečje</b>	<b>42,7 ± 2,7</b>		<b>50,4 ± 3,1</b>		<b>40</b>
MM Gorenja Dobrava	Polletne vrednosti	23,2 ± 2,1	26,6 ± 2,4	28,3 ± 2,3	31,7 ± 2,9	
	<b>Letno povprečje</b>	<b>24,9 ± 1,6</b>		<b>30,0 ± 1,8</b>		<b>30</b>
MM Gorenja vas	Polletne vrednosti	19,8 ± 1,9	27,8 ± 2,5	23,5 ± 2,1	26,7 ± 2,3	
	<b>Letno povprečje</b>	<b>23,8 ± 1,5</b>		<b>25,1 ± 1,5</b>		<b>23</b>

### 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 pronicajo tudi navzdol v vodo pod odlagališčem in vsaj teoretično obstaja možnost, da pronicajo tudi v talno vodo. Zato je na območju odlagališča določen monitoring površinskih vod in talne vode. V letih 2021 in 2022 je ARAO zagotovil meritve koncentracije  $^{238}\text{U}$  [ $\mu\text{g/l}$ ] in  $^{226}\text{Ra}$  [ $\text{Bq/m}^3$ ] 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  $^{210}\text{Pb}$  in  $^{230}\text{Th}$  [ $\text{Bq/m}^3$ ]. 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  $^{238}\text{U}$ :
  - iztok vode iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM Jazbec) –  $9000 \text{ Bq/m}^3$ ,
  - iztok jamske vode (JV-P-10) –  $5000 \text{ Bq/m}^3$ ,
- specifična aktivnost  $^{226}\text{Ra}$ :
  - iztok vode iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM Jazbec) –  $100 \text{ Bq/m}^3$ ,
  - iztok jamske vode (JV-P-10) –  $100 \text{ Bq/m}^3$ ,
- specifična aktivnost  $^{210}\text{Pb}$ :
  - iztok vode iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM Jazbec) –  $50 \text{ Bq/m}^3$ ,
  - iztok jamske vode (JV-P-10) –  $50 \text{ Bq/m}^3$ ,
- specifična aktivnost  $^{230}\text{Th}$ :
  - iztok vode iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM Jazbec) –  $5 \text{ Bq/m}^3$ ,
  - iztok jamske vode (JV-P-10) –  $5 \text{ Bq/m}^3$ ,

Vrednosti veljajo za vzorec vode, ki je odvzet enkrat letno. Rezultati meritev v letih 2021 in 2022 so prikazani v tabeli 6.



Slika 6: Vzorcevje vode iz piezometra.



Slika 7: Vzorcevje vode v potoku Brebovščica.



Tabela 6: Rezultati meritev koncentracij radionuklidov v površinskih vodotokih in talni vodi na ožjem in širšem območju odlagališča Jazbec v letih 2021 in 2022.

VZORČEVALNO MESTO	<sup>238</sup> U [µg/l]		<sup>226</sup> Ra [Bq/m <sup>3</sup> ]		<sup>210</sup> Pb [Bq/m <sup>3</sup> ]		<sup>230</sup> Th [Bq/m <sup>3</sup> ]	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Ožje območje odlagališča Jazbec								
MM Jazbec	407	182	59,1 ± 5,1	34,5 ± 2,8	16,2 ± 1,0	13,6 ± 1,5	0,072 ± 0,021	0,328 ± 0,075
MM Kanal Jazbec	28,6	67,8	5,31 ± 0,67	5,87 ± 0,64				
JV-P-10	207	200	46,3 ± 3,7	40,4 ± 3,1	10,9 ± 1,0	15,7 ± 2,7	0,068 ± 0,023	0,35 ± 0,18
Pz-Ja-1	1010	908	174,5 ± 14,9	69,3 ± 6,4				
Pz-Ja-2	1150	1032	25,4 ± 2,4	14,6 ± 1,8				
Pz-Ja-3	13900	12094	105,8 ± 8,3	42,6 ± 3,8				
Pz-Ja-4	60,0	178	43,3 ± 3,7	30,9 ± 3,0				
BS-27	296	297	10,7 ± 1,1	5,00 ± 0,67				
Izvir-1	0,2	0,5	1,24 ± 0,28	0,43 ± 0,18				
Brebovščica, pred (iztokom JV-P-10 in kanala Jazbec)	0,4	0,9	1,89 ± 0,33	1,43 ± 0,26				
Brebovščica, po (iztoku JV-P-10 in kanala Jazbec)	33,7	12,6	9,73 ± 0,95	3,10 ± 0,41				
Širše območje, na katerega vplivata odlagališči Jazbec in Boršt								
MP Gorenja Dobrava	23,5	8,9	5,82 ± 0,66	3,18 ± 0,42				
BS-30	0,8	5,3	6,60 ± 0,66	4,23 ± 0,66				

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 2021 in 2022 kažejo, da so koncentracije  $^{238}\text{U}$  in  $^{226}\text{Ra}$  v Brebovščici nizke, na podlagi česar lahko zaključimo, da je vpliv odlagališča na okolje zanemarljiv in da vodna prenosna pot ne predstavlja pomembne prenosne poti za izpostavljenost za prebivalstvo v vplivnem območju odlagališča.

### 3.4 Izpostavljenost prebivalstva

Dovoljena dodatna izpostavljenost prebivalstva v vplivnem območju nekdanjega rudnika urana je  $300 \mu\text{Sv}/\text{leto}$ . 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  $^{222}\text{Rn}$  (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  $40 \mu\text{Sv}/\text{leto}$ .

Ocene prejetih doz za referenčno osebo v letih 2021 in 2022 so primerljive in predstavljajo manj kot 50 % avtorizirane mejne vrednosti za izpostavljenost prebivalstva. Ocene so nekoliko višje od ocen v poročilu o prehodnem petletnem obdobju 2009-2013, saj so bili takrat za oceno prispevka zaradi vdihavanja in zaužitja ocenjeni prispevki na podlagi splošnih statističnih vrednosti glede količine in vrste hrane. Po metodologiji za obdobje dolgoročnega nadzora se k ocenjeni izpostavljenosti zaradi useda radona in njegovih potomcev iz zraka na lokalne pridelke prišteje zelo konservativno ocenjeno pavšalno vrednost dodatnih  $40 \mu\text{Sv}/\text{leto}$  zaradi ingestije teh pridelkov (dejanski prispevek naj bi bil v letu 2022 okoli  $6,5 \mu\text{Sv}/\text{leto}$ ).

Tabela 7: Skupna letna efektivna doza referenčne osebe na vplivnem območju nekdanjega rudnika urana Žirovski Vrh v letih 2021 in 2022.

	Skupna prejeta letna efektivna doza [ $\mu\text{Sv}/\text{leto}$ ]		
	2021	2022	2009 – 2013
Odrasla oseba	$122,1 \pm 5,0$	$137 \pm 5,0$	105

## 4 ZAKLJUČEK

Na odlagališču rudarske jalovine Jazbec se je po njegovem 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.

Na odlagališču Jazbec se je tako kot v predhodnih letih, v letih 2021 in 2022, skladno z varnostnim poročilom za ta objekt, izvajal monitoring in vzdrževanje. Rezultati nadzora objekta, radiološkega monitoringa in monitoringa osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov v okolju, hidrološkega in geodetskega monitoringa ter monitoringa stabilnosti terena so v letih 2021 in 2022 pokazali, da je stanje objekta primerljivo s stanjem, ki je bilo ugotovljeno v prehodnem petletnem obdobju. Prav tako rezultati monitoringa v letih 2021 in 2022 bistveno ne odstopajo 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.

Območje odlagališča Jazbec se redno spremlja in v kolikor se pokaže potreba po izvedbi dodatnih vzdrževalnih del na objektu, jih glede na stopnjo nujnosti, v najkrajšem možnem času tudi izvedemo. S tem se ohranja stanje odlagališča Jazbec kot je bilo ob njegovem zaprtju.