

LETNO POROČILO
o izvajanju varstva pred IO sevanji
in o vplivu Rudnika Žirovski vrh na okolje za leto 2012
(povzetek)



Urejanje tehnološkega parka pred Centrom za dolgoročno upravljanje, 16. 1. 2012

Todraž, september 2013

Avtor poročila za leto 2012 »Nadzor radioaktivnosti okolja Rudnika urana Žirovski vrh med izvajanjem končne ureditve odlagališč Jazbec in Boršt ter ocena izpostavljenosti prebivalcev v vplivnem okolju Rudnika urana Žirovski vrh« je dr. Gregor Omahen.

Avtor »Poročila o obratovalnem monitoringu odpadnih vod v letu 2012 za podjetje Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d.o.o., Jalovišči Boršt in Jazbec« je Boštjan Jordan.

»Letno poročilo o izvajanju varstva pred IO sevanji in o vplivu Rudnika Žirovski vrh na okolje za leto 2012« za URSJV sta pripravila Jože Rojc in Hiacinta Klemenčič.

Povzetek letnih poročil je pripravila Hiacinta Klemenčič.

Vzorčenje in meritve so izvajali:

- RŽV, d.o.o.

Silvo Polenšek, Marko Drmota, Ivan Gantar, Jože Rojc, Miluška Kavčič, Janez Lavtar, Florijan Tušar, Hiacinta Klemenčič

- Institut »Jožef Stefan«

dr. Borut Smodiš, dr. Ljudmila Benedik, dr. Zvonka Jeran, dr. Benjamin Zorko, dr. Marijan Nečemer, mag. Branko Vodenik, Janja Smrke, Petra Planinšek

- ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

dr. Gregor Omahen, dr. Marko Giacomelli, Peter Jovanovič, Dušan Konda, Majda Levstek, Lili Peršin

- ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o.

Andrej Glinšek

- Zavod za zdravstveno varstvo Kranj

Boštjan Jordan, Nina Oman

1. UVOD

Nadzor vpliva rudnika urana v Žirovskem vrhu na okolje se je v letu 2012 izvajal s programom nadzora tekočih in plinastih izpustov RUŽV (nadzor emisij), programom nadzora podtalnice v RŽV in okolju, programom monitoringa odpadnih voda odlagališča ter programom nadzora radioaktivnosti okolja RUŽV (nadzor imisij). Nadzor je obsegal nadziranje širjenja radioaktivnosti iz območja RŽV na okolje po prenosnih poteh:

- vodna pot: iztok jamske vode, izcedne, zaledne in meteorne vode iz odlagališč Jazbec in Boršt, kontrola iztokov iz sanirane površine nekdanjega začasnega odlagališča P-9 ter iz saniranih jamskih podkopov,
- zračna pot: emisije obeh odlagališč in vpliv na njuno neposredno okolje,
- zunanje gama sevanje: ob odlagališčih Jazbec in Boršt.

Monitoring v letu 2012 je potekal skladno z varnostnima poročiloma za odlagališči Jazbec in Boršt.

Nadzor emisij je izvajala Služba varstva pred sevanji RŽV (vzorčenje, meritve pretokov, meritve koncentracij radona in PAE radonovih kratkoživih potomcev, evidenca podatkov). Analize tekočih emisij so izvajali laboratorij ERICO Velenje (U-238 in kemični parametri), Zavod za zdravstveno varstvo Kranj (kemični parametri v odpadni vodi) ter Institut Jožef Stefan Ljubljana (Ra-226, Th-230, Po-210, Pb-210). Nadzor radioaktivnosti v okolju RUŽV (imisije) sta izvajala Institut Jožef Stefan in Zavod za varstvo pri delu.

Oceno vpliva ionizirajočega sevanja iz rudniških virov na okolje ter oceno izpostavljenosti prebivalcev v vplivnem okolju rudnika je pripravil Zavod za varstvo pri delu.

2. AKTIVNOSTI IN PROBLEMATIKA RUDNIKA ŽIROVSKI VRH

Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d.o.o. (v nadaljevanju RŽV) je v letu 2012 skladno s Poslovnim načrtom družbe izvajal aktivnosti nadzora, vzdrževanja in monitoringa vpliva odlagališč na okolje. Leto 2012 je bilo za odlagališče rudarske jalovine Jazbec četrto leto, za odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt pa drugo leto prehodnega petletnega obdobja. Pravna podlaga za izvajanje aktivnosti je bil Zakon o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh - ZTPIU (Ur. l. RS, št. 36/92) s spremembami (Ur. l. RS, št. 28/2000, 121/2005).

Organizacija javnega podjetja se v letu 2012 ni spremenila. Varstvo pred sevanji je zagotavljala Služba varstva pred IO sevanji RŽV (SVS RŽV), ki jo upokojeni nekdanji vodja Službe od septembra 2012 dalje vodi pogodbeno.

RŽV je imel v prvi polovici leta 2012 pogodbeno zaposlene štiri nekdanje delavce RŽV in sicer nekdanjega tehničnega vodjo RŽV, vodjo elektro službe, električarja in radiološkega nadzornika, od septembra dalje pa sta delo po pogodbi nadaljevala še rudarski tehnolog in vodja Službe za varstvo pri delu in pred IO sevanji. Vzdrževalna dela, vzorčenja, analize in meritve, za katere ima RŽV ustrezno opremo in je usposobljen, so bili izvedeni v celoti.

RŽV je v letu 2012 izvajal vzdrževalna dela: čiščenje kanalet za odvod meteornih voda na obeh odlagališčih, čiščenje podrasti ob odlagališčih in ob infrastrukturnih objektih, košnja trave na odlagališčih in ob njih, nadzor stanja končno urejenih rudniških objektov. Nadzor je bil na osnovi Odločbe rudarskega inšpektorja št. 06145-4/2012 z dne 18. 7. 2012 poostren, saj odlagališče HMJ Boršt še vedno drsi in se ne umirja. Z Odločbo št. 06145-1/2012 z dne 30. 5. 2012 zahtevani interventni drenažni ukrepi za znižanje nivoja podtalnice po rudarskem projektu št. lp-142/2011 zaradi pomanjkanja finančnih sredstev niso bili izvedeni.

V drenažnem rovu pod odlagališčem Boršt so se izvajali nadzor stanja betonske obloge na prehodu rova skozi plazino, delovanje drenažnih vrtin ter spremljali premikanje odlagališča z ekstenziometrom v rovu. Na ekstenziometru smo v mesecu maju odčitali premik 9 mm, ki je bil posledica bolognjskega potresa, kar pomeni, da je plaz zelo občutljiv tudi na oddaljene potrese. Premike odlagališča Boršt na površini pa smo kontinuirno spremljali z GPS sistemom ter o tem redno obveščali rudarskega inšpektorja in URSJV.

Pri izvajanju del so se izvajali predpisani in potrebni ukrepi tako za zagotavljanje ustreznih delovnih pogojev zaposlenih kot tudi varovanja okolja. Izrednih dogodkov pri izvajanju del ni bilo, niti ni bilo izrednih dogodkov, ki bi bili posledica vremenskih razmer. Vremenske razmere so bile do meseca oktobra ugodne, saj je bila skupna količina padavin pod petdeset letnim povprečjem. Kratkih intenzivnih padavin, ki bi povzročile erozijo travnatih površin odlagališč kljub veliki količini padavin v četrtem četrtletju, ni bilo.

RŽV je v prvi polovici leta za izvajanje rednih aktivnosti porabil lastna finančna sredstva, ki bi jih v skladu z Uredbo (Ur. l. RS, št. 22/2008, 50/2009) moral nameniti za plačilo nadomestila za omejeno rabo zemljišč Občini Gorenja vas – Poljane, saj ni prejemal proračunskih sredstev. Pogodba o začasnem financiranju dejavnosti je bila podpisana šele 31. 5. 2012, prvo nakazilo proračunskih sredstev pa izvedeno meseca julija. Zaradi težav s financiranjem je bil del monitoringa, predviden z Varnostnima poročiloma za obe odlagališči, zmanjšan. 31. 12. 2012 je Ministrstvo za kmetijstvo in okolje s prerazporeditvijo sredstev znotraj svojih proračunskih postavk zagotovilo še financiranje zapadlih obveznosti in zakonsko predpisanih aktivnosti.

3. MEJNE VREDNOSTI IN METEOROLOŠKE RAZMERE V LETU 2012

Avtorizirane mejne vrednosti iz poprejšnjega soglasja k lokacijski dokumentaciji št. 531-4/231/76-34/L14 dne 24.04.1996 (Zdravstveni inšpektorat RS) so predpisane za obdobje od zaključka končne ureditve rudniških objektov dalje:

- dodatna letna efektivna ekvivalentna doza zaradi posledic rudarjenja v RUŽV za povprečno obremenjenega posameznika iz kritične skupine prebivalstva v vplivnem območju RUŽV ne sme prekoračiti vrednosti 0,3 mSv/leto,
- izhajanje radona iz površin zunanjih jamskih objektov in odlagališča Jazbec v povprečju ne sme preseči vrednosti 0,1 Bq/m².s, na odlagališču Boršt pa ne vrednosti 0,7 Bq/m².s,
- hitrost doze zunanjega sevanja na področju zunanjih jamskih objektov ter odlagališč Jazbec in Boršt ne sme preseči vrednosti 200 nGy/h, merjeno 1,2 m nad tlemi,
- ustrezne prekrivke odlagališč Jazbec in Boršt morajo zmanjšati sevanje žarkov beta na vrednost naravnega ozadja,
- v iztoku jamske vode povprečna letna koncentracija U₃O₈ ne sme preseči vrednosti 300 mg/m³, v iztoku izcednih voda odlagališča Jazbec pa ne vrednosti 600 mg U₃O₈/m³. Za odlagališče Boršt ni omejitev.
- v iztoku jamske vode povprečna letna specifična aktivnost Ra-226 ne sme preseči vrednosti 60 Bq/m³, v iztoku izcednih voda odlagališča Jazbec v kanalu ne vrednosti 40 Bq/m³, v skupnem iztoku izcednih voda odlagališča Boršt pa ne vrednosti 60 Bq/m³,
- omejene so letne mase U₃O₈ in letne aktivnosti Ra-226 za vse tri objekte: iztok jamske vode letna masa urana (U₃O₈) 200 kg, letna aktivnost Ra-226 50 MBq, izcedne vode odlagališča Jazbec letna masa urana (U₃O₈) 100 kg, letna aktivnost Ra-226 25 MBq, izcedne vode odlagališča Boršt za letno maso urana (U₃O₈) ni omejitve, letna aktivnost Ra-226 50 MBq,
- skupna specifična aktivnost Th-230, Pb-210 in Po-210 v posameznih vzorcih vode v iztoku izcednih voda odlagališča Jazbec ne sme presegati vrednosti 100 Bq/m³.

Avtorizirane mejne vrednosti za potoka Brebovščica in Todraščica niso predpisane.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov (Ur.l. RS, št. 62/2008) **predpisuje mejne vrednosti** parametrov izcedne vode iz odlagališč. Za sulfat SO₄²⁻ velja stara mejna vrednost 1000 mg/l oz. 3000 mg/l, vrednost je odvisna od pretoka sprejemnika odpadnih voda. Mejne vrednosti so naslednje:

- temperatura odpadne vode: 30°C,
- pH vrednost odpadne vode: 6,5 – 9,0,
- neraztopljene snovi: 60 mg/l,
- usedljive snovi: 0,5 mg/l,
- KPK: 300 mg/l,
- koncentracija NH₄⁺: 64 mg/l,
- strupenost - bolhe v odpadni vodi ne sme presegati vrednosti 4 S_D.

V prvih devetih mesecih leta 2012 je prevladovalo zmerno vreme z malo padavinami, od 12. 10. 2012 dalje pa je nastopilo deževno obdobje z malo sončnimi dnevi. Skupna letna količina padavin, izmerjena na vremenski postaji ARSO na platoju pod odlagališčem Boršt, je bila 1.434 mm, kar je blizu povprečja padavin v zadnjih desetih letih. Maksimalne padavine so bile dne 27. 10. 2012 in sicer 134 mm, v pol ure pa je padlo največ padavin dne 05. 11. 2012 in sicer 13,3 mm. Največ padavin je padlo meseca oktobra 317 mm, najmanj pa meseca marca 7 mm. Dni s padavinami 0,1 mm/dan ali več je bilo 146.

Povprečna letna temperatura je bila 10°C, maksimalna povprečna dnevna temperatura 25,8°C, minimalna povprečna dnevna pa -11,7°C.

4. ODLAGALIŠČI JAZBEC IN BORŠT

Skupna aktivnost odloženih materialov na odlagališču Jazbec je 21,7 TBq, skupna aktivnost na odlagališču Boršt odloženih materialov je 48,8 TBq. V letu 2012 na nobenem od odlagališč niso bili odloženi oz. z njih niso bili odpeljani radioaktivni ali drugi materiali.

Nadzor stabilnosti odlagališča Jazbec in odlagališča Boršt z njegovo podlago v letu 2012 s preciznimi geodetskimi meritvami zaradi pomanjkanja finančnih sredstev ni bil izveden.

4.1 Odlagališče rudarske jalovine Jazbec

Sanacijska dela na odlagališču rudarske jalovine Jazbec so bila končana v letu 2008. V letu 2012 se je nadaljevalo izvajanje dolgoročnega upravljanja (četrto leto prehodnega obdobja) in dopolnitev Varnostnega poročila za odlagališče rudarske jalovine Jazbec. RŽV je izvajal redne meritve sukcije, inklinometrov in meritve nivojev izcednih voda. Odlagališče Jazbec je stabilno. Delavci RŽV so izvajali redno kontrolo stanja saniranega odlagališča in ostalih saniranih površin na širšem območju nad zaprto jamo ter manjša tekoča vzdrževalna dela.

4.2 Odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt

Dela okoljske sanacije na odlagališču hidrometalurške jalovine Boršt so bila končana v letu 2010. V letu 2012 se je izvajalo drugo leto prehodnega obdobja dolgoročnega upravljanja.

V okviru tehničnega monitoringa, načrtovanega na osnovi Varnostnega poročila, v letu 2012 redna letna meritve »Precizne geodetske meritve stabilnosti Boršt 2012« zaradi pomanjkanja finančnih sredstev v prvi polovici leta ni bila izvedena, kasneje pa zaradi zaraščenosti in listja neizvedljiva. Na odlagališču Boršt poteka kontinuirni nadzor z GPS sistemom na treh opazovalnih točkah, omogočeno je daljinsko spremljanje rezultatov meritev preko računalnika. Z GPS sistemom izmerjena vrednost premikov v letu 2012 je bila 30 mm (odčitek na krivulji diagrama). Premike v drenažnem rovu pod odlagališčem Boršt spremljamo z ekstenziometrom. Meritve so pokazale, da je plaz občutljiv tudi na šibke potrese, saj je bil premik maja 2012 v času potresa v Furlaniji in Julijski Krajini 9 mm (sicer so mesečni premiki reda velikosti 1 mm v sušnem in 3 mm v deževnem obdobju).

Na območju odlagališča zaradi hitrosti premikov plazu nimamo nobenega uporabnega inklinometra, saj so bili vsi prestriženi. Po umiritvi premikov plazu bo potrebno izdelati nove inklinometre za opazovanje premikov plazu Boršt. Redno se je spremljalo stabilnost plazu Boršt z GPS sistemom. Vektorji premikov kažejo, da je plaz že razpadel na najmanj dva bloka, saj smeri premikov niso vzporedne.

Redno so se izvajale meritve nivojev podtalnice, pornih tlakov, sukcije, kemičnega stanja podtalnice v odlagališču, okolici in v plazu, ter meritve pretokov izcednih voda iz odlagališč. Izvajalo se je vse meritve in analize za pridobitev podatkov za izdelavo vodne bilance.

Pozitivna odločba po tehničnem pregledu odlagališča Boršt ni bila izdana, ker so premiki plazu še vedno večji, kot je določeno v Varnostnem poročilu. Dokler rudarski projekt št. Ip-142/2011 ne bo dokončan (izvedba interventnih drenažnih ukrepov), je postopek formalnega zaključka ustavljen. Za znižanje nivoja podtalnice v odlagališču in s tem zmanjšanje premikov bi bili potrebni dodatni drenažni ukrepi, ki bi znižali nivo podtalnice, a niso bili izvedeni zaradi pomanjkanja finančnih sredstev. Rudarski inšpektor vztraja pri dokončanju izvedbe rudarskega projekta in je že izdal prvi prisilni ukrep (denarna kazen) za izvedbo.

Upravljanje saniranih objektov obsega monitoring in vzdrževanje, oboje je potekalo skladno s poslovnim načrtom za leto 2012 in z Varnostnimi poročili za odlagališči Jazbec in Boršt.

Aktivnosti monitoringa so obsegale nadzor delovnega okolja, emisij posameznih rudniških objektov ter nadzor vpliva rudniških objektov na okolje.

5. VPLIV NA ŽIVLJENJSKO OKOLJE

5.1. Tekoče emisije RŽV

V letu 2012 je bilo v uporabi 8 vzorčevalno-merilnih mest. Na vseh merilnih mestih je urejeno avtomatsko merjenje pretokov z beleženjem meritev v spominsko enoto. Podatki se prenašajo v bazo podatkov mesečno.

Vzorčenje na posameznih mestih je potekalo vsak delovni dan od ponedeljka do petka. Organizirano je bilo tudi v primeru praznikov oz. ob prekinitvi dela za več kot 2 dni. Program nadzora tekočih emisij je sestavljen iz enkratnega mesečnega vzorčenja vseh tekočih izpustov RUŽV ter zbiranja dnevnih vzorcev za sestavljeni mesečni vzorec za vse izpuste, ki prispevajo k onesnaženju vodotokov ter potoka Todraščica neposredno pred vtokom v potok Brebovščico. V enkratnem mesečnem vzorcu se je analiziral uran, v mesečnem sestavljenem vzorcu pa poleg urana še Ra-226.

Rezultati meritev letnih pretokov, izmerjenih vrednosti U_3O_8 in Ra-226 ter avtorizirane mejne vrednosti (oznaka AMV) za U_3O_8 in Ra-226 so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1: Letni pretoki, mase in aktivnosti, povprečne letne koncentracije in avtorizirane mejne vrednosti za rudniške iztoke, na katerih se dnevno jemljejo tekoči vzorci za sestavljeni mesečni vzorec, leto 2012, (vrednosti za leto 2011 so v oklepaju)

- vzorčevalno mesto za jamsko vodo JV - P-10

letni pretok	591.393 (609.424)	m ³	AMV	
povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8	227 (241)	μg/l	300	μg/l
letna masa U_3O_8	134 (147)	kg	200	kg
povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226	48 (47)	Bq/m ³	60	Bq/m ³
letna aktivnost Ra-226	28 (29)	MBq	50	MBq

- propust pod odlagališčem rudarske jalovine Jazbec (izcedne vode)

letni pretok	72.514 (53.837)	m ³	AMV	
povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8	411 (406)	μg/l	600*	μg/l
letna masa U_3O_8	30 (22)	kg	100*	kg
povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226	43 (40)	Bq/m ³	40*	Bq/m ³
letna aktivnost Ra-226	3,1 (2,2)	MBq	25*	MBq

Opomba: (*) AMV za izcedne vode so določene za kanal Jazbec, informativno so podane ob MM Jazbec

- skupna drenaža odlagališča HMJ Boršt (SDIJ)

letni pretok	3.206 (2.529)	m ³
povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8	697 (1094)	μg/l

letna masa U_3O_8	2,2 (2,8)	kg
povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226	138 (175)	Bq/m ³
letna aktivnost Ra-226	0,4 (0,4)	MBq

- skupna drenaža Boršt (SDB)

letni pretok	5.602 (3.979)	m ³
povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8	1.841 (2.309)	μg/l
letna masa U_3O_8	10 (9,2)	kg
povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226	133 (347)	Bq/m ³
letna aktivnost Ra-226	0,7 (1,4)	MBq

- zaledna drenaža zahod (ZDZ)

letni pretok	2.529 (1.775)	m ³
povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8	201 (299)	μg/l
letna masa U_3O_8	0,5 (0,5)	kg
povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226	170 (194)	Bq/m ³
letna aktivnost Ra-226	0,4 (0,3)	MBq

- drenažni tunel na odlagališču HMJ Boršt (Tunel)

letni pretok	49.938 (45.467)	m ³
povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8	2,0 (2,6)	μg/l
letna masa U_3O_8	0,1 (0,1)	kg
povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226	4,4 (5,0)	Bq/m ³
letna aktivnost Ra-226	0,2 (0,2)	MBq

- Boršt potok glavni (BPG)

letni pretok	286.047 (243.366)	m ³	AMV	
povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8	34 (48)	μg/l	-	μg/l
letna masa U_3O_8	10 (12)	kg	-	kg
povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226	12 (11)	Bq/m ³	60	Bq/m ³
letna aktivnost Ra-226	3,4 (3)	MBq	50	MBq

V tabeli 2 je prikazana skupna letna količina U_3O_8 in aktivnost Ra-226 v tekoči emisiji po posameznih objektih RUŽV: merilno mesto JV-P-10 za jamsko vodo, merilno mesto Jazbec za odlagališče Jazbec in merilno mesto BPG za odlagališče Boršt (za leto 2008 in prvih 8 mesecev leta 2009 je ocena narejena na podlagi rezultatov meritev posameznih izcednih voda in zahodnega Boršt potoka na merilnem mestu Boršt potok 1). V oklepaju so za primerjavo navedene vrednosti za leta od 2008 do 2011. Letna nihanja gre pripisati vremenskim razmeram in stabilizaciji odlagališč Jazbec in Boršt.

Tabela 2: Prispevki k skupni letni emisiji U_3O_8 in Ra iz RŽV v letu 2012, v oklepaju po vrsti vrednosti v letih 2011/2010/2009/2008

Objekt	Količina U_3O_8	Aktivnost Ra-226
	Kg	MBq
Jama	134 [147 / 184 / 173 / 155]	28 [29 / 34 / 32 / 28]
Odlagališče Jazbec	30 [22 / 39 / 32 / 44]	3,1 [2,2 / 4,3 / 3,0 / 5,0]
Odlagališče Boršt	10 [12 / 29 / 39 / 77]	3,4 [3 / 12 / 13 / 35]
Skupaj RŽV	174 [181 / 252 / 248 / 276]	35 [34 / 50 / 48 / 68]

5.2 Podtalnica

Nadaljevali smo monitoring podtalnice na obeh odlagališčih, v njuni neposredni okolici in v dolini potokov Todraščica in Brebovščica. Monitoring smo izvajali četrtno (sezonsko). Zbirali smo podatke o višini podtalnice, njeni kemični in radioaktivni sestavi (uran).

V tabelah 3 in 4 so podane najnižje in najvišje izmerjene vrednosti U_3O_8 za obdobje od leta 2008 dalje za različne tipe podtalnice na različnih objektih:

- tip podtalnice 1: voda v odlagališču,
- tip podtalnice 2: voda v kameninski podlagi odlagališča Boršt,
- tip podtalnice 3: voda v dnu dolin, aluvialni nanosi,
- tip podtalnice 4: voda v dnu dolin, dolomitna podlaga pod aluvialnimi nanosi.

Tabela 3: Najnižje koncentracije U_3O_8 po letih in tipih podtalnice, obdobje 2008 - 2012

Območje	Odlagališče Boršt	Odlagališče Boršt	Odlagališče Jazbec	Dolina Brebovšč.	Dolina Brebovšč.	Dolina Todraščice
Tip podtal.	1	2	1	3	4	3
Leto 2008	942	<0,6	1.210	<0,5	0,6	1,1
Leto 2009	11	<0,5	361	<0,5	<0,5	0,9
Leto 2010	143	<0,5	0,9	<0,5	<0,5	0,9
Leto 2011	187	1,7	790	<0,5	<0,5	<0,5
Leto 2012	92,7	<0,2	790	<0,2	0,3	1,3

Tabela 4: Najvišje koncentracije U_3O_8 po letih in po tipih podtalnice, obdobje 2008 - 2012

Območje	Odlagališče Boršt	Odlagališče Boršt	Odlagališče Jazbec	Dolina Brebovšč.	Dolina Brebovšč.	Dolina Todraščice
Tip podtalnice	1	2	1	3	4	3
Leto 2008	7.070	771	9.020	2,4	296	1,6
Leto 2009	9.800	1.140	9.070	173	421	1
Leto 2010	10.820	1.100	12.140	7,4	483	3
Leto 2011	10.670	1654	16.250	-	464	-
Leto 2012	9705	1613	16.840	2,5	527	2

5.3 Emisije Rn-222

Rudniška objekta, ki sta v letu 2012 prispevala dodatni radon v okolje, sta bili odlagališče Jazbec in odlagališče Boršt.

Emisijski viri radona so v RŽV ločeni na vire, ki se nahajajo pod mejo povprečne letne temperaturne inverzije, in na vire nad to mejo, ki se nahaja na višini 500 m, torej na zgornjem robu odlagališča Jazbec.

Z meritvami hitrosti radonskega toka iz že vgrajene površine prekrivne plasti je bilo v letih 2008-2012 ugotovljeno, da so izmerjene vrednosti podobne tistim v naravnem okolju RŽV (v Todražu $\sim 0,02 \text{ Bqm}^{-2}\text{s}^{-1}$), upoštevajoč pri tem geološke značilnosti materialov. Meritve so do leta 2012 potekale sezonsko dvakrat letno (topli, hladni del leta, pasivna metoda z ogljenimi filtri, aktivna metoda z merilnim instrumentom). V letu 2012 so bile meritve izvedene z aktivno metodo (kontinuirno merjenje koncentracije radona v zaboju, zaprti krogotok s pomočjo črpalke). Meritve so bile narejene v poletnem času v razširjenem obsegu na obeh odlagališčih, zimskih meritev novembra in decembra pa nismo izvedli v celotnem obsegu, saj je bila zaradi obilnega deževja in nizkih temperatur prekrivka zasičena z vodo, prve izmerjene vrednosti pa za velikostni razred prenizke (nerealne). Meritve hitrosti radonskega toka iz prekrivke se izvajajo za nadzor tesnjenja prekrivke.

Izhajanje radona iz površine odlagališča Jazbec je po prekritju odlagališča na nivoju vrednosti izhajanja radona v naravnem okolju v okolici odlagališča in v dolini Brebovščice. Skupna emisija radona iz površine odlagališča Jazbec je v letu 2012 na podlagi poletnih meritev ocenjena na vrednost 0,06 TBq (v letu 2011 0,11 TBq/leto), pred začetkom končne ureditve odlagališča Jazbec pa je bila ocenjena na $\sim 2 \text{ TBq/leto}$.

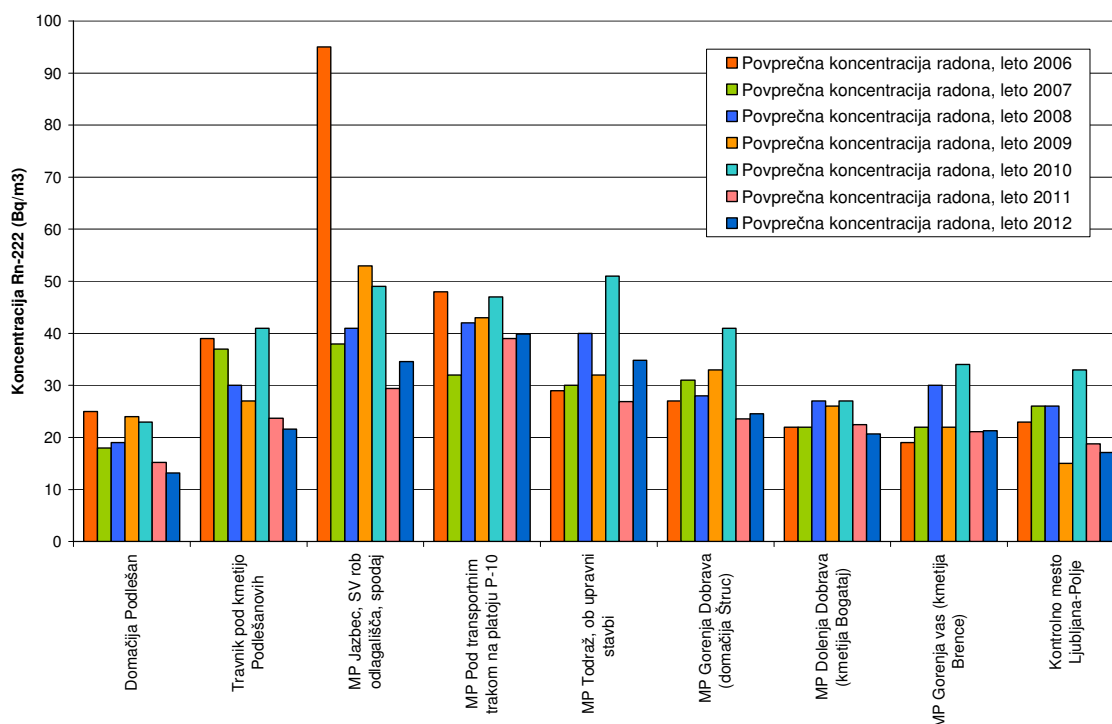


Diagram 1: Povprečne letne koncentracije Rn-222 v vzdolžnem profilu Podlešan – Odlagališče Jazbec – Gorenja vas, detektorji sledi, obdobje 2006-2012

Povprečne letne koncentracije radona na merilnih postajah na vzdolžnem profilu od odlagališča Jazbec do Gorenje vasi, izmerjene z detektorji jedrskih sledi, so podane v diagramu 1. Domačija Podlešan se nahaja nad povprečno letno višino temperaturne inverzije, merilni mesti na zgornjem robu odlagališča na meji, merilne postaje pa pod to mejo.

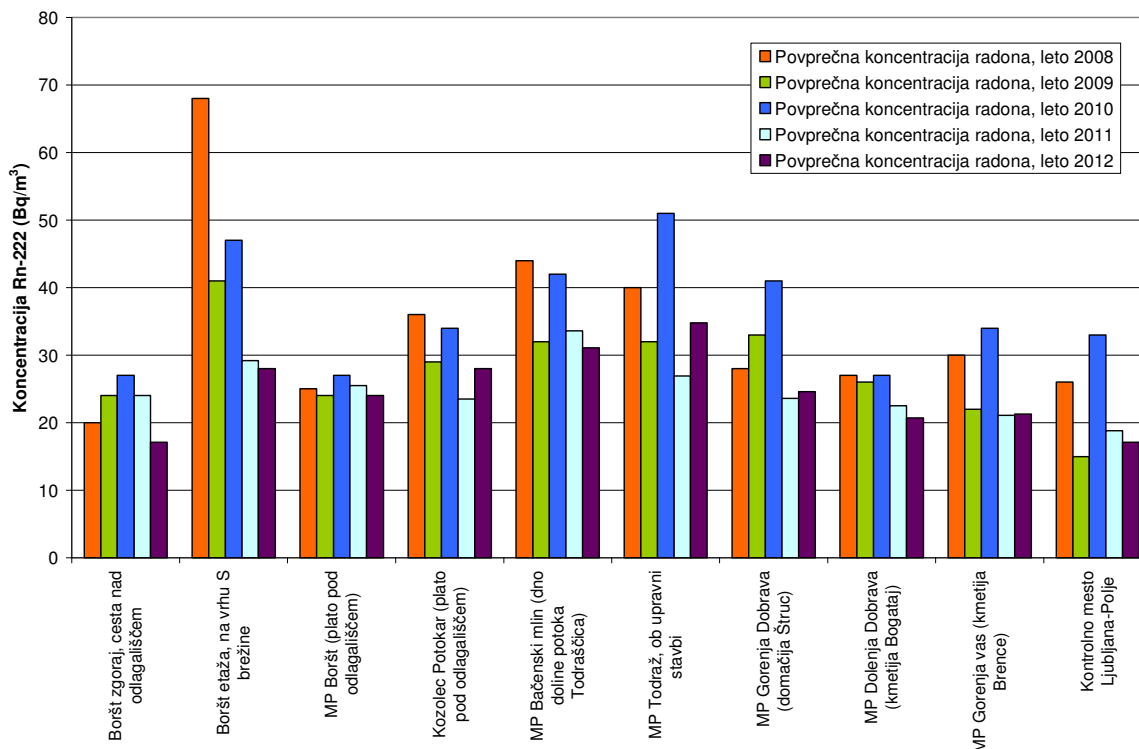


Diagram 2: Povprečne letne koncentracije Rn-222 v vzdolžnem profilu merilne postaje Boršt – Bačenski mlin – Gorenja vas, detektorji sledi, obdobje 2008–2012

V diagramu 2 so podane povprečne letne koncentracije radona na merilnih postajah na vzdolžnem profilu od odlagališča Boršt do Gorenje vasi. Na odlagališču so se pričele izvajati aktivnosti v drugi polovici leta 2007, bolj intenzivno pa v zadnji četrtini leta. V letu 2008 je bila s tesnilno plastjo prekrita približno polovica površine odlagališča, v letu 2009 pa druga polovica odlagališča. V letu 2010 je bilo v prvi polovici leta vgrajenih še 5.000 m² humusne plasti. Prispevek radona iz površine odlagališča v okolje v letu 2012 je ocenjen na 0,09 TBq/leto (v letu 2011 0,11 TBq/leto).

5.4 Tekoče imisije

Nadzor tekočih imisij rudnika je potekal s programom nadzora radioaktivnosti v okolju RŽV. Nivo vode v obeh potokih je bil večji del leta kot posledica suhe zime 2011/2012 in majhne količine padavin do sredine meseca oktobra 2012 zelo nizek. RŽV je pred leti premaknil merilno mesto Todraž PO približno 150 m gorvodno do betonskega praga v potoku Todraščica, kjer je omogočen ustrezen nadzor pretoka (enkratni dnevni odčitek višine preliva). Merilno mesto Gorenja Dobrava je postavljeno v prosti strugi, kjer občasne povišane vode spreminjajo profil struge, kar zmanjšuje kvaliteto nadzora pretoka potoka Brebovščica.

V tabeli 5 so prikazane letne vrednosti urana in radija-226 za vremensko različna leta, to je za leti 2011 in 2012 kot leti z malo ter leta 2008, 2009 in 2010 kot leta z veliko količino padavin.

Tabela 5: Letni pretoki in imisije U_3O_8 in Ra-226, potoka Todraščica (MM Todraž PO) in Brebovščica (MM Gorenja Dobrava), obdobje 2008 – 2012

Potok	Pretok $m^3/leto$	U_3O_8 $\mu g/l$	U_3O_8 kg	Ra-226 Bq/m^3	Ra-226 MBq
Todraščica, leto 2008	4.440.789	11	49	7,9	35
Todraščica, leto 2009	4.174.388	5,5	23	4,0	17
Todraščica, leto 2010	5.444.576	4,0	22	2,3	13
Todraščica, leto 2011	2.436.922	4,0	9,8	2,8	6,8
Todraščica, leto 2012	3.127.822	2,9	9,0	2,4	7,7
Brebovščica, leto 2008	25.934.689	14	357	4,9	127
Brebovščica, leto 2009	21.941.280	12	270	3,6	80
Brebovščica, leto 2010	26.545.536	11	297	3,0	79
Brebovščica, leto 2011	12.286.080	17	212	4	48
Brebovščica, leto 2012	16.532.870	13	210	3	57

Prispevek naravnega ozadja ni odštet. Koncentracija in masa urana sta bili v letu 2008 zaradi izgradnje drenaž in s tem povezanega dreniranja telesa odlagališča na odlagališču Boršt v potoku Todraščica povišani.

Vrednosti naravnega ozadja za koncentracije U_3O_8 in Ra-226 v potoku Todraščica (vzorčevalno mesto Todraž) in v potoku Brebovščica (vzorčevalno mesto Gorenja Dobrava) ter povprečne letne vrednosti so prikazane v tabeli 6. Vrednosti so prikazane ločeno za obdobje pridobivanja uranovega koncentrata, obdobje po prekritju zgornje etaže odlagališča Boršt leta 1995 ter leto 2012. Vrednosti za leto 2012 so za oba potoka minimalne oz. blizu minimalnim letnim vrednostim za obdobje 1995-2011, razlika je samo pri U_3O_8 , kjer je vrednost višja kot v letu 2010. Navedene vrednosti predstavljajo povprečje U_3O_8 in Ra-226 v letnih volumnih obeh potokih, enako kot vse zgoraj navedene vrednosti.

Tabela 6: Povprečne letne vrednosti U_3O_8 in Ra-226 v različnih obdobjih delovanja rudnika v potokih Todraščica in Brebovščica

Obdobje, leto	Brebovščica (MM Gorenja Dobrava)		Todraščica (MM Todraž PO)	
	U_3O_8 $\mu g/l$	Ra-226 Bq/m^3	U_3O_8 $\mu g/l$	Ra-226 Bq/m^3
Obdobje 1985-1990	19 – 32	20-30	< 10	50-60
Obdobje 1996-2011	11 – 21	3,0 – 20	2,4 – 11	2,3 – 35
Leto 2012	13	3	2,9	2,4
Naravno ozadje	0,4-0,5	< 3-4; 2-3*	0,4-0,5	< 3-4; 2-3*

* nova metoda določanja koncentracije Ra-226 s spektrometrijo alfa od leta 2008 dalje ima nižjo spodnjo mejo določanja, zato so tudi minimalne izmerjene vrednosti (naravno ozadje) nekoliko nižje

6. OCENA IZPOSTAVLJENOSTI PREBIVALCEV V VPLIVNEM OKOLJU RUŽV V LETU 2012

V prehodnem petletnem obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt se vsebina programa monitoringa zmanjšuje, občasno se izvajajo posamezne analize (mleko, hrana), v petem letu prehodnega obdobja pa bo izveden program v širšem obsegu, ki bo omogočil analizo učinkov izvedenih ukrepov ter pripravo obsega in vsebine programa nadzora radioaktivnosti po zaključku prehodnega obdobja.

Z zmanjševanjem vpliva rudnika na okolje se zmanjšuje tudi izpostavljenost prebivalcev dodatnemu sevanju iz rudniških objektov, to je iz jame in obeh odlagališč. Prispevek k skupni izpostavljenosti prebivalcev v vplivnem okolju rudnika, ki se ne nadzira več, se za letno oceno privzame iz zadnje meritve in ocene leta 2005 (hrana, krma). Pri analizi podatkov analiz in meritev za leto 2012 in tudi za nazaj izvajalec programa nadzora ugotavlja, da so nekatere izmerjene vrednosti na meji detekcije uporabljene merilne opreme, posledično pa je zato večja tudi merilna negotovost rezultatov analiz. V letu 2008 so bile zato za analizo mleka privzete metode z nižjim pragom določanja in sicer za vsak radionuklid posebej, enako pri analizi v letu 2011. Rezultati analiz so pokazali, da so specifične aktivnosti radionuklidov v mleku precej nižje od vrednosti, določenih z VL gama spektrometrijo, posledično pa so zato tudi prispevki k skupni dozi prebivalstva zaradi uživanja mleka iz lokalnega okolja precej nižji, največji vpliv je pri otroku starosti 1 leto, katerega glavna hrana je mleko.

Izpostavljenost sevanju iz rudniških virov je bila ocenjena za tri predstavnike referenčne skupina prebivalstva in sicer dojenčka, starega 1 leto, otroke, stare 10 let in odrasle, stare 18 let in več (tabela 15). Ocena je bila narejena za realno izpostavljenost prebivalcev obeh dolin sevanju iz rudniških virov. Pri oceni izpostavljenosti zaradi vnosa radioaktivnosti z ingestijo je bil za leto 2012 še uporabljen stari pristop, pri katerem se prispevek rudnika pri prehrabnih izdelkih računa iz razlike maksimalnih vrednosti (kmetija Potokar v dolini Todraščice, delno tudi kmetiji Zgonc in Kavčič z Gorenje Dobrave) in prispevka naravnega ozadja (lokacija Selška dolina), privzeti podatki analiz razen za mleko so iz leta 2005. Pri tem se upošteva tako prispevek rudnika kot tudi tal, ki pa imajo glede na različno geološko sestavo tudi različno radiološko sestavo, dodaten vpliv pa lahko pomeni tudi prispevek zaradi uporabe umetnih gnojil na poljih in travnikih. Emisija urana in njegovih potomcev v okolje z aerosoli se je po letu 1990 postopno zmanjševala, z modelnim izračunom pa je mogoče oceniti prispevek rudnika k radioaktivnosti prehrabnih izdelkov ločeno od prispevka naravnega ozadja.

S prekritjem odlagališča Jazbec leta 2008 se je izoliral od okolja še zadnji vir radona, ki je merljivo vplival na koncentracije radona v dolini Brebovščice. Prispevki radona iz rudniških virov na zahodni strani potoka Brebovščica so bili v preteklosti merljivi predvsem v neposredni okolici, to je ob vznožju odlagališča, z oddaljevanjem v smeri Gorenje vasi pa so se dodatne koncentracije radona zaradi redčenja s svežim zrakom zmanjševale. Tako nizke koncentracije radona je z obstoječimi pasivni merilni postopki (detektorji sledi) težko zanesljivo meriti, še težje je pravilno oceniti prispevek rudniških virov v okolje. V letu 2009 se je zato metodologija določanja prispevka radona iz rudniških virov v dolino Brebovščice delno spremenila in s tem prilagodila razmeram po končni ureditvi rudniških objektov. Glede na to, da je radonski tok iz površine odlagališč Jazbec in Boršt na nivoju vrednosti v naravnem okolju, ocena prispevka radona poleg prispevka radona iz odlagališča Jazbec vključuje tudi prispevke radona iz naravnega okolja.

V letu 2011 je pooblaščen izvajalec meritev koncentracij radona zamenjal tip detektorja sledi, ki se je uporabljal tudi v letu 2012. Nov detektor GammaData daje v povprečju nekoliko nižje izmerjene vrednosti koncentracije radona. Letna emisija radona iz površine obeh odlagališč je bila na osnovi podatkov meritev radonskega toka na obeh odlagališčih v poletnem času ocenjena na vrednost 0,15 TBq/leto (v letu 2011 0,22 TBq/leto, poletna in zimska meritev). Prispevek radona iz rudniških virov v Gorenji Dobravi je bil za leto 2012 ocenjen na povprečno letno vrednost $3,0 \pm 1,0 \text{ Bq/m}^3$, enako kot v letu 2011 (diagram 22). Od leta 2010 dalje se velikost povprečnega letnega prispevka spreminja predvsem v povezavi z vremenskimi razmerami (stabilna/nestabilna atmosfera).

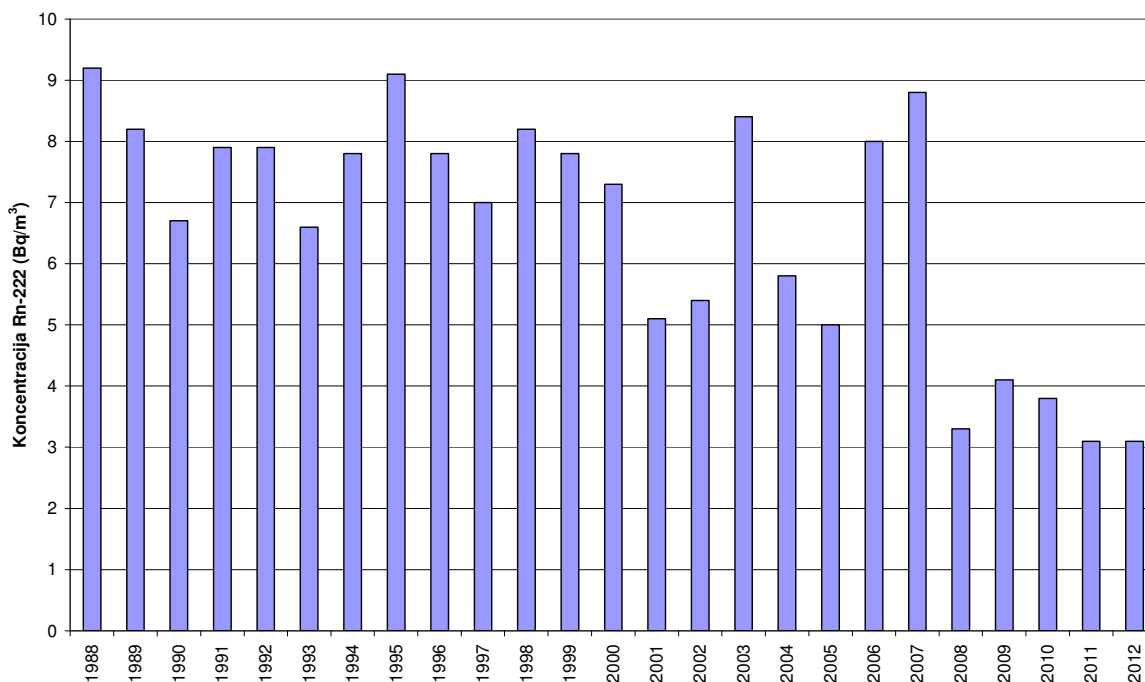


Diagram 3: Ocenjeni povprečni letni prispevki radona iz rudniških virov v dolino Brebovščice, obdobje 1988 – 2012

Emisij dolgoživih radionuklidov v okolje po končni ureditvi obeh odlagališč in začasnih rudniških objektov v letu 2012 ni bilo več, tudi vzorčenje aerosolov skladno z programom monitoringa ne poteka več.

Ocena dodatnih letnih efektivnih doz zaradi izpostavljenosti sevanju iz rudniških virov za posamezne predstavnike referenčne skupine prebivalstva v vplivnem območju RŽV za leto 2012 je podana v tabeli 7, v oglatem oklepaju primerjalno za leto 2011. Odrasli predstavnik te skupine predstavlja kmeta, ki pretežni del časa dela in živi v vplivnem okolju rudnika in delavca, ki del dneva dela zunaj vplivnega okolja, ostali čas pa pretežno preživi in dela v vplivnem okolju rudnika.

Za vse tri predstavnike referenčne skupine prebivalstva največ prispevata k skupni letni efektivni dozi izpostavljenost radonovim kratkoživim potomcem in vnos z ingestijo (hrana), ostali prispevki so zelo majhni.

Tabela 7: Prispevki k letni efektivni dozi za posamezne predstavnike referenčne skupine prebivalstva v vplivnem območju rudnika, sevanje iz rudnika, leto 2012 [2011]

Prenosna pot	Pomembnejši radionuklidi	Letna efektivna doza ODRASLI > 18 let (μSv)	Letna efektivna doza OTROCI 10 let (μSv)	Letna efektivna doza OTROCI 1 leto (μSv)
Inhalacija	- aerosoli z dolgoživimi radionuklidi - samo Rn-222 - Rn, kratkoživi potomci	0,0 [0,0] 1,6 [1,6] 66 [64]	0,0 [0,0] 1,1 [1,1] 62 [61]	0,0 [0,0] 0,4 [0,4] 72 [69]
Ingestija	- U, Ra-226, Pb-210, Th-230 v pitni vodi - ribe (Ra-226, Pb-210) - kmetijski pridelki, hrana (Ra-226, Pb-210)	(10,8) [(9,9)] <0,6 [<0,6] <30 [< 30]	14,4 [(11,9)] <0,6 [<0,6] <80 [< 80]	(13,8) [(8,4)] - [-] (<60) [< 60]
Zunanje sevanje	- γ sevanje Rn-222 in potomcev (depozicija, imerzija) - γ sevanje dolgoživih radionuklidov - γ sevanje v okolici odlagališč	1,0 [1,0] - [-] - [-]	1,0 [1,0] - [-] - [-]	1,0 [1,0] - [-] - [-]

Skupna letna efektivna doza zaradi izpostavljenosti dodatnemu sevanju iz rudnika urana v Žirovskem vrhu v 2012 je (zaokroženo, prispevek vode potokov ni upoštevan):

99 μSv [97 mSv] za odraslega prebivalca
145 μSv [144 mSv] za otroka starega 10 let
133 μSv [130 mSv] za otroka starega 1 leto

Pri oceni za otroka starega 1 leto je bilo privzeto, da živi samo v dolini. Poleg tega je bilo privzeto, da pije samo mleko krave (273 litrov mleka/leto), krmljene s senom oz. travo iz vplivnega območja rudnika.

Izpostavljenost prebivalcev v primeru uporabe vode iz potoka Brebovščica za pitno vodo je ocenjena, ni pa všteta v skupno letno efektivno dozo, saj prebivalci vode iz potokov niso uporabljali za pitje, namakanje kmetijskih površin oz. napajanje živine.

Avtorizirana mejna vrednost za efektivno dozo, ki jo prejme prebivalstvo v vplivnem okolju rudnika, to je v dolini potokov Todrašica in Brebovščica, je **300 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$** . V letu 2012 ta mejna vrednost ni bila presežena.

S R E Č N O !

Hiacinta Klemenčič, univ. dipl. kem,
v. d. direktorice