

Rudnik Žirovski vrh
Služba varstva pred sevanji
Služba varnosti pri delu

LETNO POROČILO

o izvajanju varstva pred IO sevanji in o vplivu Rudnika Žirovski vrh na okolje za leto 2009

1. AKTIVNOSTI IN PROBLEMATIKA RUDNIKA ŽIROVSKI VRH

Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d.o.o. (okrajšano RŽV, d.o.o.) je v letu 2009 skladno s Poslovnim načrtom družbe nadaljeval izvajanje del končne ureditve rudniških objektov. Zakonska osnova za izvajanje aktivnosti so bili Zakon o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh - ZTPIU (Ur. l. RS, št. 36/92), Zakonom o spremembah in dopolnitvah ZTPIU (ZTPIU-A Ur.l. RS, št 28/2000 in ZTPIU-B Ur. l. RS, št. 121/2005).

V letu 2009 se je nadaljevalo izvajanje končne ureditve odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt. Dela je izvajal SCT Ljubljana. Delovne aktivnosti so potekale skladno s projektno dokumentacijo, dovoljenja za izvajanje del so bila pravočasno zagotovljena.

Na odlagališču rudarske jalovine Jazbec so se izvajale aktivnosti prehodnega petletnega obdobja, predvsem košnja trave in krepitev travne ruše, čiščenje podrasti na obeh straneh varovalne ograje, čiščenje kanalov, jarkov, izvajanje nadzora stanja odlagališča ter monitoringa.

Vremenske razmere, predvsem padavine, so občutno vplivale na izvajanje del na začetku in na koncu leta. Težave so zaradi padavin nastale predvsem pri pripravi (izkop, sejanje) materiala na lokaciji Jaka ter pri njegovi vgradnji. Odlagališče Jazbec je bilo prekrito v celoti, na leto 2010 pa je bila odložena vgradnja plasti humusa na površini okrog 5.000 m² na odlagališču Boršt. Končno urejene površine so bile tekoče zatravljene.

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. Intenzivnih padavin, ki bi povzročili erozijo površin na obeh odlagališčih, ni bilo. Na površinah, na katerih je potekalo prekrivanje, so se izvajali varovalni ukrepi za primer zelo intenzivnih padavin oz. poletnih neviht.

Finančna sredstva za tekoče izvajanje planiranih aktivnosti, zagotavljanje varnih pogojev dela zaposlenih in delavcev zunanjih izvajalcev del, ter omejevanje vpliva rudnika na okolje, so bila RŽV zagotovljene v celoti in pravočasno.

Število zaposlenih v RŽV je v letu 2009 ostalo nespremenjeno. Zaposlenih je bilo 11 delavcev.

Organizacija javnega podjetja se v letu 2009 ni spremenila. Služba varstva pred IO sevanji RŽV je zagotavljala varstvo pred sevanji vključno z dozimetrijo zunanjim izvajalcem del.

2. MEJNE VREDNOSTI

2.1. Avtorizirane mejne vrednosti

V okviru nadzora izvajanja del in emisij rudnika smo spremljali tudi doseganje avtoriziranih mejnih vrednosti. Končna ureditev nekdanjih rudniških objektov mora poleg zakonskim omejitvam zadostiti tudi avtoriziranim mejnim vrednostim s področja ionizirajočega sevanja, ki jih je v poprejšnjem soglasju k lokacijski dokumentaciji št. 531-4/231/76-34/L14 dne 24.04.1996 predpisal Zdravstveni inšpektorat RS. Te mejne vrednosti so:

- 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 (zakonska omejitev 1 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 radija-226 (Ra-226, potomec uranove razpadne vrste) ne sme preseči vrednosti 60 Bq/m³, v iztoku izcednih voda odlagališča Jazbec 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 torija-230 (Th-230), svinca-210 (Pb-210) in polonija-210 (Po-210, potomci uranove razpadne vrste) v posameznih vzorcih vode v iztoku izcednih voda odlagališča Jazbec ne sme presegati vrednosti 100 Bq/m³.

Avtorizirane mejne vrednosti so predpisane za obdobje od zaključka končne ureditve rudniških objektov dalje, v letu 2009 tako samo za jamo (iztok jamske vode) ter odlagališče Jazbec.

Avtorizirane mejne vrednosti za potoka Brebovščica in Todraščica niso predpisane.

V posameznih tabelah v tekstu ter v prilogah so poleg izmerjenih oz. na podlagi meritev izračunanih vrednosti dodane tudi avtorizirane mejne vrednosti.

2.2. Predpisane mejne vrednosti

Meseca julija 2008 je stopila v veljavo Uredba o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov, Ur.l. RS, št. 62/2008. V prilogi 1 uredbe so določene mejne vrednosti parametrov izcedne vode iz odlagališč. Mejna vrednost za amonijev dušik N je zvišana iz 10 mg/l na 50 mg/l (za amonijev ion NH_4^+ je nova mejna vrednost 64 mg/l). Za sulfat SO_4^{2-} 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 NH_4^+ : 64 mg/l,
- strupenost - bolhe v odpadni vodi ne sme presegati vrednosti 4 SD .

3. ODLAGALIŠČI JAZBEC IN BORŠT

Na dan 31.12.2008 je bilo na odlagališču Jazbec odloženo 1.910.425 t rudarske jalovine s povprečno vsebnostjo 69 g $\text{U}_3\text{O}_8/\text{t}$, skupna masa U_3O_8 v odloženi jalovini pa znaša 131,8 t. Največ je bilo jamske jalovine, ruševin objektov ter kontaminiranih nasutij, to je 1.709.741 t s povprečno koncentracijo 53,7 g $\text{U}_3\text{O}_8/\text{t}$. Revne rude je bilo 200.684 t, povprečna koncentracija U_3O_8 v revni rudi pa je bila 200 g/t. Stanje rdeče oborine, vgrajene v odlagališče, je ostalo nespremenjeno, to je 48.000 t. Odlagališče je bilo oktobra 2008 prekrito s prekrivko in od takrat dalje na površini znotraj odlagališča ni bilo odlaganja kontaminiranih oz. inertnih materialov.

Na odlagališču Boršt je bila v letu 2009 izvedena dekontaminacija struge izcednih voda odlagališča SDIJ, kontaminiran material pa prepeljan na zgornjo etažo odlagališča in tam trajno odložen. Zatem je bila površina prekrita s prekrivko. Skupaj je na odlagališču odloženo 730.450 t rudarske jalovine, od tega hidrometalurške jalovine 610.000 t, jamske jalovine 111.000 t, materiala od dekontaminacije površin zunaj odlagališča pa je 9.450 t. Skupaj odložena aktivnost urana in potomcev njegove razpadne vrste je 48,8 TBq.

4. VPLIV NA ŽIVLJENJSKO OKOLJE

Nadzor vpliva rudnika urana v Žirovskem vrhu na okolje se je v letu 2009 izvajal z naslednjimi programi:

- programom nadzora tekočih in plinastih izpustov RUŽV (nadzor emisij),
- programom nadzora podtalnice v RŽV in okolju,
- programom monitoringa odpadnih voda odlagališča,
- programom nadzora radioaktivnosti okolja RUŽV (nadzor imisij).

Nadzirane so bile standardne prenosne poti širjenja radioaktivnosti iz območja RŽV na okolje:

- vodna pot: iztok jamske vode, izcedne in meteorne vode iz odlagališč Jazbec in Boršt, kontrolno pa še iz sanirane površine nekdanjega začasnega odlagališča P-9 ter dvakrat letno iztoki iz saniranih jamskih podkopov,
- zračna pot: emisije obeh odlagališč in vpliv na njuno neposredno okolje, občasno aerosoli ob odlagališčih Jazbec in Boršt,
- zunanje (gama) sevanje: ob odlagališčih Jazbec in Boršt.

Nadzor emisij je izvajala služba varstva pred sevanji (vzorčenje, meritve pretokov, meritve koncentracij radona in PAE radonovih kratkoživih potomcev, evidenca podatkov), analize tekočih emisij laboratorij ERICO Velenje (U-238) in Zavod za zdravstveno varstvo Kranj (kemični parametri) ter Institut Jožef Stefan Ljubljana (Ra-226).

Nadzor radioaktivnosti v okolju RUŽV (emisije) je izvajal Institut Jožef Stefan v sodelovanju z Zavodom za varstvo pri delu. Oceno vpliva sevanja iz rudniških virov na okolje ter oceno izpostavljenosti prebivalcev v vplivnem okolju temu sevanju je pripravil Zavodom za varstvo pri delu.

Aktivnosti na odlagališču Boršt so potekale od meseca aprila dalje do meseca novembra, ko jih je prekinilo deževno obdobje. Izvajalci del so izvajali ukrepe za omejitev dodatnega vpliva izvajanja del na okolje, predvsem za omejevanje prašenja in vodne erozije površin odlagališč.

4.1. Meteorološke razmere v letu 2009

Padavine v letu 2009 so manjše od povprečja padavin od leta 1960 dalje in večje od povprečja padavin zadnjih nekaj let. Daljšega obdobja brez padavin ni bilo, so pa bile padavine v mesecih julij – oktober majhne, občasne. Prav tako so bile maksimalne poletne temperature glede na maksimalne temperature zadnjih let zmerne. Snega je bilo v zimskem času zelo malo, zadržal se je kratek čas. Obdobje zelo nizkih temperatur z zmrzovanjem tal je bilo prav tako sorazmerno kratko.

Količina padavin, izmerjena na vremenski postaji ARSO na platoju pod odlagališčem Boršt, je bila 1.691 mm. Maksimalne padavine so bile dne 29.03.2009, ko je v enem dnevu padlo 76 mm padavin, v pol ure pa največ dne 8.7.2009, ko je padlo 21,4 mm. Največ padavin je bilo meseca decembra 286 mm, najmanj pa meseca maja in avgusta 60 mm. Dni s padavinami 0,1 mm/dan ali več je bilo 155.

Kratkih in zelo intenzivnih nalivov, ki bi povzročili poškodbe na odlagališčih Jazbec in Boršt, ni bilo.

4.2. Tekoče emisije RUŽV

Merilno mesto za iztok jamske vode je ostalo nespremenjeno.

Na odlagališču Jazbec je bil en izpust in sicer izpust izcednih voda iz odlagališča Jazbec. Izpust je opremljen za avtomatske meritve nivoja preliva.

Na odlagališču Boršt so bile izcedne vode skupne drenaže iz odlagališča SDIJ skupaj z drenažo skalometne pete odlagališča po posebnem cevovodu speljane v zahodni Boršt potok. Tako se vse izcedne vode odlagališča skupaj s površinskimi vodami odlagališča spuščajo v

zahodni Boršt potok. Ob platoju drenažnega tunela je bilo zgrajeno novo merilno mesto Boršt potok glavni (oznaka BPG), ki je nadomestilo prejšnje merilno mesto Boršt potok 1 in je končna kontrolna točka za tekoče emisije odlagališča.

Kemijski parametri

Mejna koncentracija za amonijev ion NH_4^+ v iztoku skupne drenaže iz odlagališča Boršt, merilno mesto SDIJ, v času januar-avgust ni bila presežena. Od meseca avgusta 2009 dalje se izcedne vode skupne drenaže iz odlagališča skupaj z vodo drenaže pete odlagališča vodijo po cevovodu do merilnega mesta Boršt potok glavni na zahodnem Boršt potoku. Povprečna celoletna koncentracija NH_4^+ v iztoku SDIJ v letu 2009 je bila 42 mg/l, v času januar-avgust 2009 je bila 43 mg/l, maksimalna mesečna koncentracija pa je bila meseca maja in sicer 60 mg/l. Povprečna koncentracija NH_4^+ na merilnem mestu Boršt potok glavni, kjer se zbirajo vse izcedne odlagališča, meteorne vode odlagališča Boršt ter zaledne vode, je bila v času september-december 2009 0,9 mg/l, maksimalna povprečna mesečna koncentracija pa meseca septembra 5,8 mg/l. Maksimalne koncentracije so bile v času brez padavin, minimalne pa v času padavin, ko čiste zaledne vode iz potoka močno redčijo izcedne vode odlagališča.

Povprečna celoletna koncentracija SO_4^{2-} v iztoku SDIJ je bila 1.291 mg/l, v času januar-avgust 2009 je bila 1.450 mg/l, maksimalna mesečna koncentracija pa je bila meseca avgusta in sicer 1.933 mg/l. V času september – december 2009 je bila povprečna koncentracija SO_4^{2-} na merilnem mestu Boršt potok glavni 60 mg/l, maksimalna koncentracija pa meseca septembra 307 mg/l. Zavod za zdravstveno varstvo Kranj je kot pooblaščen laboratorij za izvajanje monitoringa odpadnih voda je glede na pretok potoka Todraščica privzel mejno vrednost 3.000 mg/l. Mejna vrednost na merilnem mestu SDIJ oz. na merilnem mestu Boršt potok glavni v letu 2009 ni bila presežena.

Koncentracija NH_4^+ se po iztoku izcednih voda odlagališča Boršt v Todraščico zaradi velikega razredčenja zmanjša. Pred vtokom Todraščice v Brebovščico je bila povprečna letna koncentracija NH_4^+ 0,03 mg/l (naravno ozadje $\text{NH}_4^+ \leq 0,02$ mg/l). Povprečna letna koncentracija SO_4^{2-} na istem mestu je bila 13 mg/l (naravno ozadje 4-5 mg/l). Mejna vrednost na merilnem mestu SDIJ oz. na merilnem mestu Boršt potok glavni v letu 2009 ni bila presežena.

Letne emisije tako NH_4^+ kot tudi SO_4^{2-} se bodo postopno zmanjšale šele po trajni ureditvi odlagališča Boršt in stabilizaciji razmer v telesu odlagališča. Zmanjšanje letnega iztoka ter mas NH_4^+ in SO_4^{2-} v primerjavi z obdobjem pred oz. med izvajanjem končne ureditve odlagališča Boršt je bilo opaziti že v letu 2009, torej v času izvajanja prekrivanja druge polovice odlagališča (tabela 1).

Vrednosti ostalih spremljanih kemičnih parametrov so majhne in glede na predpisane mejne vrednosti nepomembne.

Za določanje koncentracij amonijevega iona (NH_4^+) je izvajalec analiz Zavod za zdravstveno varstvo Kranj uporabljal dve merilni metodi in sicer:

- za višje območje metodo SIST ISO 5664:1996 (volumetrija), spodnja meja določanja je 0,5 mg/l, merilna negotovost je 15 %,
- za nižje območje metodo SIST ISO 7150-1:1996 (spektrofotometrija), spodnja meja določanja je 0,02 mg/l, merilna negotovost je 15 %.

Za določanje koncentracij sulfatnega iona (SO_4^{2-}) je Zavod uporabljal merilno metodo SIST EN ISO 10304-2:1998 (ionska kromatografija), spodnja meja določanja je 0,1 mg/l, merilna negotovost je 15 %.

Tabela 1: Letne vrednosti iztoka SDIJ za leto 1994 (pred izdelavo drenažnega tunela Boršt in prekritjem zgornje etaže odlagališča Boršt) in za obdobje 2001-2009

Leto	Letni pretok m^3/leto	Povprečna koncentracija NH_4^+ mg/l	Letna masa NH_4^+ kg	Povprečna koncentracija SO_4^{2-} mg/l	Letna masa SO_4^{2-} kg
1994	37.037	21	636	447	13.360
2001	6.829	45	310	1.183	8.077
2002	8.923	54	481	1.233	11.000
2003	6.774	62	422	1.346	9.116
2004	8.384	53	447	1.236	10.366
2005	8.500	50	427	1.190	10.119
2006	6.613	52	342	1.349	8.921
2007	6.983	51	356	1.376	9.609
2008	12.028	35	425	1.465	17.622
2009	4.696	42	197	1.291	6.063

Radiološki parametri

Določanje U-238 v tekočih vzorcih poteka z metodo SIST EN ISO 17294-2:2005. Instrument je ICP-MS (masni spektrometer). Spodnja meja določanja je 0,1 mg U-238/ m^3 , razširjena merilna negotovost 20 % (95%, $k=2$).

Koncentracija (specifična aktivnost) raztopljenega Ra-226 v mesečnem kompozitumu se je v zbranih vzorcih določala s spektrometrijo alfa. Meja detekcije s to metodo je za 1 liter vzorca 0,05 Bq/ m^3 .

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 tabelah 2 in 3. Avtorizirana mejna vrednost je bila na merilnem mestu Jazbec na iztoku izcednih voda iz propusta odlagališča presežena za specifično aktivnost Ra-226. Izcedne vode odlagališča se po vtoku površinskih čistih voda odlagališča iz jarkov 1 in 2 v kanal Jazbec 10 m dolvodno od propusta razredčijo v razmerju 1:2 do 1:7, kar pomeni, da v iztoku izcednih voda odlagališča Jazbec avtorizirana mejna vrednost za specifično aktivnost Ra-226 ni presežena. Odlagališče Jazbec in kanal Jazbec do potoka Brebovščica sta v celoti ograjena z varovalno mrežo.

Za izcedne vode odlagališča Boršt je v tabeli 2 izračun narejen za merilno mesto Boršt potok 1 (staro merilno mesto) za obdobje januar – avgust 2010 in za merilno mesto Boršt potok glavni (novo merilno mesto) za obdobje september – december 2010.

Tabela 2: 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

	Jamska voda	AMV	Jazbec	AMV
Letni pretok (m^3 /leto)	712.261	-	72.829	-
Povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8 ($\mu g/l$)	243	300	440	600
Letna masa U_3O_8 (kg/leto)	173	200	32	100
Povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226 (Bq/m^3)	45	60	41	40
Letna aktivnost Ra-226 (MBq)	32	50	3,0	25

	Boršt potok 1	Boršt potok glavni	AMV
Letni pretok (m^3 /leto)	250.323	97.335	-
Povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8 ($\mu g/l$)	109	79	-
Letna masa U_3O_8 (kg/leto)	27	7,7	-
Povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226 (Bq/m^3)	37	21	60
Letna aktivnost Ra-226 (MBq)	9,3	2,1	50

Tabela 3: Rezultati meritev letnih pretokov, izmerjenih vrednosti U_3O_8 in Ra-226

	SDIJ	Zaledna drenaža zahod	Skupna drenaža Boršt	Drenažni tunel
Letni pretok (m^3 /leto)	4.696	4.469	12.719	46.821
Povprečna koncentracija raztopljenega U_3O_8 ($\mu g/l$)	1.226	336	2.816	4,4
Letna masa U_3O_8 (kg/leto)	5,8	1,5	36	0,2
Povprečna koncentracija raztopljenega Ra-226 (Bq/m^3)	318	226	793	6,6
Letna aktivnost Ra-226 (MBq)	1,5	1,0	10	0,3

V naslednji tabeli je prikazana skupna letna količina U_3O_8 in aktivnost Ra-226 v tekoči emisiji po posameznih objektih RUŽV. Pri prispevku odlagališča Boršt je upoštevan tudi prispevek zahodnega Boršt potoka (merilno mesto Boršt potok 1).

Tabela 4: Prispevki k skupni letni emisiji U_3O_8 in Ra iz RŽV, leto 2009

Objekt	Količina U_3O_8	Aktivnost Ra-226
	kg	MBq
Jama	173	32
Odlagališče Jazbec	32	3,0
Odlagališče Boršt	39	13
Skupaj RŽV	244	48

V mesecu decembru 2009 so bili odvzeti enkratni trenutni kontrolni vzorci iztokov jamske vode (MM JV-P-10), izcednih in izvirnih voda iztoka iz propusta pod odlagališčem Jazbec (MM JAZBEC) ter drenažnih in zalednih voda iz skupne drenaže pod odlagališčem Boršt (MM SDIJ). Vzorci so bili odvzeti v povprečnih vremenskih pogojih, v njih pa je Institut Jožef Stefan z analizami določil koncentracijo urana in specifične aktivnosti Ra-226, Pb-210, Po-210 in Th-230.

Tabela 5: Koncentracije U_3O_8 , Ra-226, Pb-210, Po-210 in Th-230 v tekočih emisijah RŽV, enkratni trenutni vzorec, leto 2009

Radionuklid	SDIJ	JAZBEC	ČN JV-P-10
U_3O_8 ($\mu\text{g/l}$)	627	294	211
Ra-226 (Bq/m^3)	193	53	54
Pb-210 (Bq/m^3)	50	33	31
Po-210 (Bq/m^3)	7,6	1,5	8,0
Th-230 (Bq/m^3)	-	0,13	-

Avtorizirana mejna vrednost za Th-230, Pb-210 in Po-210 v izcednih vodah odlagališča Jazbec po zaključku končne ureditve odlagališča znaša skupaj 100 Bq/m^3 , v analiziranem vzorcu, vzetem v iztoku iz propusta Jazbec pa je vsota vseh treh radionuklidov $34,6 \text{ Bq/m}^3$.

4.3. Podtalnica

Nadaljevali smo monitoring podtalnice na obeh odlagališčih, v njuni neposredni okolici in v dolini potokov Todraščica in Brebovščica. Na odlagališču Boršt so bili zgrajeni novi, dodatni piezometri za nadzor podtalnice v telesu odlagališča in v kamninski podlagi odlagališča. Zbirali smo podatke o višini podtalnice, njeni kemični in radioaktivni sestavi (uran) in sicer za:

- 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

Izmerjene vrednosti U_3O_8 in kemičnih parametrov so bile v mejah izmerjenih vrednosti zadnjih let. Maksimalne vrednosti U_3O_8 so bile v telesu obeh odlagališč (do $9.800 \mu\text{g } U_3O_8/\text{l}$ v odlagališču Boršt, do $9.070 \mu\text{g } U_3O_8/\text{l}$ v odlagališču Jazbec), v dolini potoka Brebovščica v Todražu do $17,3 \mu\text{g } U_3O_8/\text{l}$, v dolini Todraščice pa do $1 \mu\text{g } U_3O_8/\text{l}$ (naravno ozadje $\sim 0,4 \mu\text{g } U_3O_8/\text{l}$)

V dolinah Brebovščice in Todraščice prebivalci v letu 2009 niso uporabljali vodo iz potokov Brebovščica in Todraščica za pitno vodo, niti za namakanje kmetijskih površin oz. za napajanje živine. Enaka ugotovitev velja za izcedne vode odlagališč Jazbec in Boršt kot tudi za iztok jamske vode.

4.4. Emisije radona-222

Rudniški objekti, ki so v letu 2009 prispevali dodatni radon v okolje, so bili:

- odlagališče Jazbec,
- 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. Odlagališče Jazbec se praktično v celoti nahaja pod to mejo, saj je spodnji rob odlagališča na nadmorski višini 427 m (vstop v propust pod odlagališčem), zgornji rob odlagališča pa na n. v. 510 m. Spodnji rob odlagališča Boršt je na nadmorski višini 536 m, torej je v celoti nad mejo 500 m.

Skupna emisija radona iz površine odlagališča Jazbec za leto 2009 je ocenjena na vrednost 0,07 TBq/leto. Na površini odlagališča Boršt se je zaradi izvajanja del letna emisija radona v primerjavi z letom 2007 zelo postopno zmanjševala. V letu 2007 je bila ocenjena na vrednost 2,7 TBq/leto, v letu 2008 na vrednost 2,6 TBq/leto, v letu 2009 pa na vrednost 0,7 TBq/leto upoštevajoč dinamiko del in odkrivanja ter odlaganja HMJ. Na odlagališču Boršt so bile na že vgrajeni prekrivni plasti izmerjene podobne vrednosti hitrosti radonskega toka kot na odlagališču Jazbec.

V tabeli 6 so prikazane povprečne letne koncentracije radona-222 na odlagališču Jazbec in v njegovi neposredni okolici, izmerjene z detektorji sledi (kontinuirna meritev). Aktivnosti končne ureditve odlagališča smo pričeli izvajati poleti leta 2006, ob koncu leta 2007 je bilo s prekrivko prekrite že 60% površine, v letu 2008 do konca meseca oktobra pa še preostalih 40%. Učinki zmanjševanja koncentracij radona so od leta 2006 dalje do zaključka del leta 2008 opazni predvsem na obeh merilnih mestih na spodnjem robu odlagališča (MP Pod transportnim trakom, MP Jazbec), kjer so bile pred tem koncentracije radona najvišje.

Koncentracije radona se merijo tudi v vzdolžnem višinskem profilu od domačije Podlešanovih, ki se nahaja neposredno nad odlagališčem Jazbec in nad mejo povprečne letne temperaturne inverzije, preko odlagališča Jazbec v dolino Brebovščice do Gorenje vasi (diagram 1). Meritve potekajo z detektorji sledi (povprečne četrletne vrednosti koncentracij radona, kontinuirna meritev) in dvakrat letno z ogletimi adsorberji (povprečne dvodnevne vrednosti koncentracij radona, meritev traja 48 ur). Povprečne letne koncentracije radona za leta 2006, 2007, 2008 in 2009 na posameznih merilnih mestih, izmerjene z detektorji sledi, so za odlagališče Jazbec prikazane v diagramu 2.

Drugi vzdolžni višinski profil poteka od ceste nad odlagališčem Boršt preko odlagališča do dna doline Todraščice (Bačenski mlin), po dolini Todraščice navzdol in se v Todražu priključi profilu Jazbeca. Povprečne letne koncentracije radona za leti 2008 in 2009 na posameznih merilnih mestih, izmerjene z detektorji sledi, so prikazane v diagramu 3.

Diagram 1: Vzdolžni višinski profil odlagališče Jazbec – Gorenja vas z merilnimi mesti za meritve Rn-222

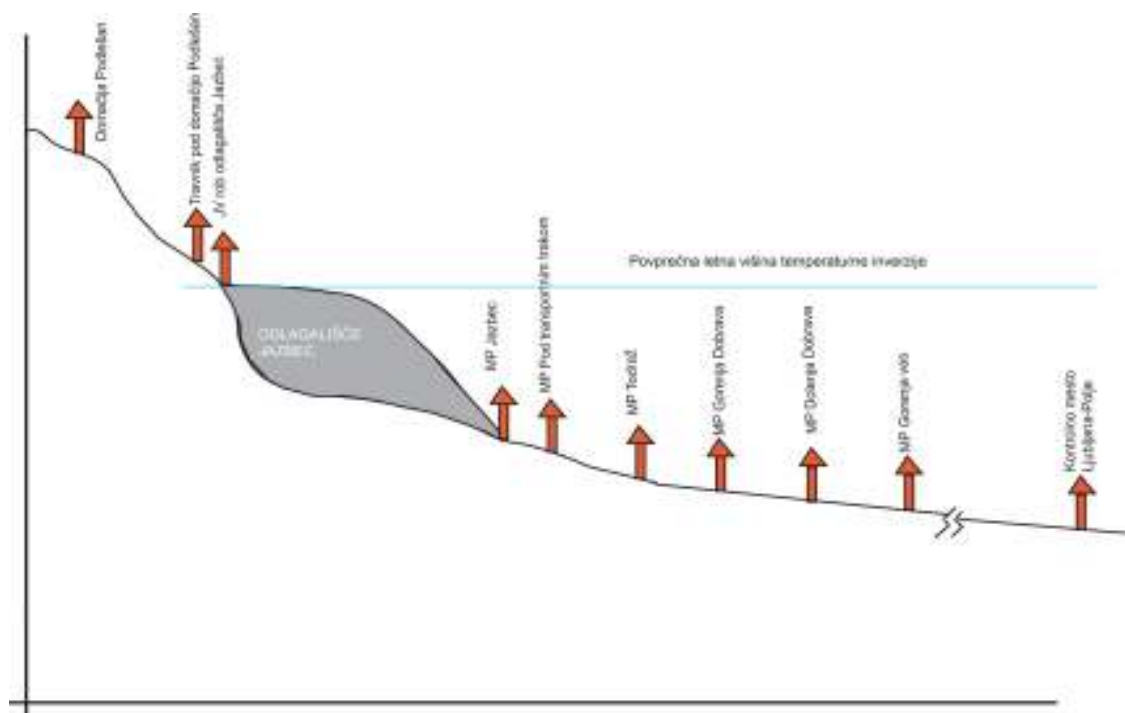


Tabela 6: Povprečne četrletne koncentracije radona-222 za leta 2006-2009, na odlagališču Jazbec in v njegovi neposredni okolici, izmerjene z detektorji sledi

Merilno mesto	Povprečna koncentracija radona, leto 2009 (Bq/m ³)	Max četrlet. pov. koncen. radona, leto 2009 (Bq/m ³)	Povpr. koncen. radona, leto 2008 (Bq/m ³)	Povpr. koncen. radona, leto 2007 (Bq/m ³)	Povpr. koncen. radona, leto 2006 (Bq/m ³)
Merilna postaja Pod transportnim trakom, plato pod odlagališčem ob Brebovščici	43	61	42	32	48
Merilna postaja Jazbec, SV rob odlagališča,	53	86	41	39	95
Travnik pod kmetijo Podl., SZ rob odlagališča	27	34	30	37	39
Transformatorska postaja P-11, JZ rob odlagališča	27	35	21	21	22
Domačija Podlešanovih – SZ od odlagališča	24	36	19	18	25

Diagram 2: Povprečne letne koncentracije Rn-222 v vzdolžnem profilu stanovanjska hiša Podlešan – odlagališče Jazbec – Gorenja vas, detektorji sledi, leta 2006-2009

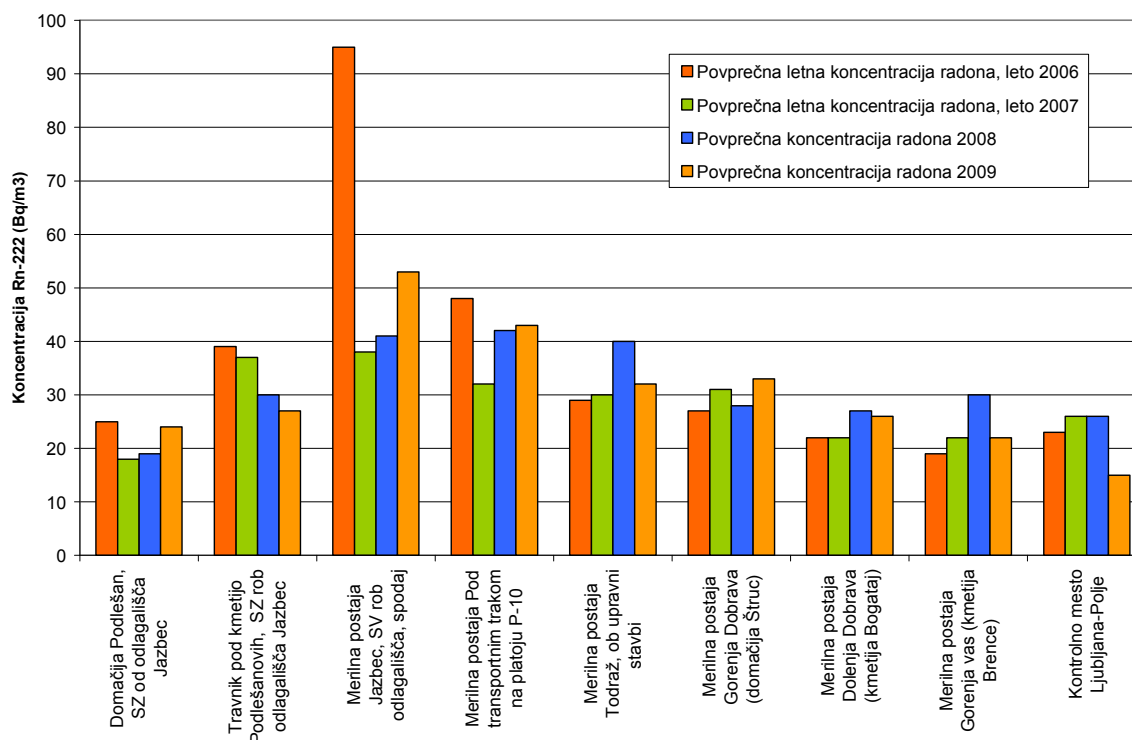
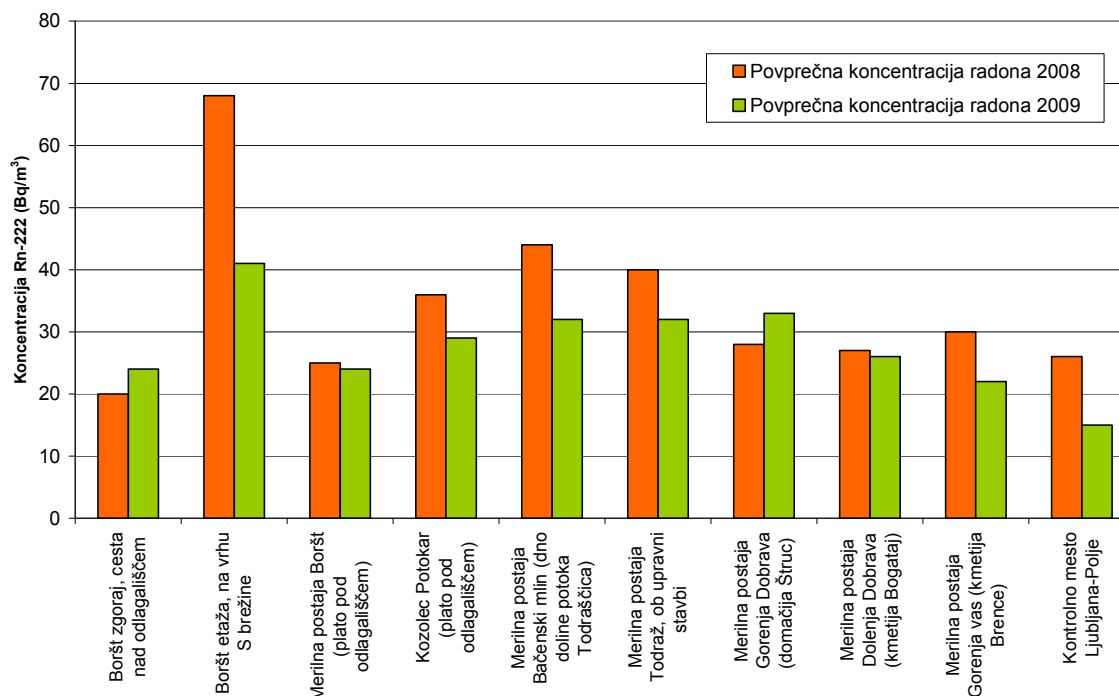


Diagram 3: Povprečne letne koncentracije Rn-222 v vzdolžnem profilu Merilna postaja Boršt Bačenski mlin – Gorenja vas, detektorji sledi, leti 2008 in 2009



4.5. Tekoče imisije

Nadzor tekočih imisij rudnika je potekal s programom nadzora radioaktivnosti v okolju RŽV. Nivo vode v obeh potokih se je v toplejšem delu leta zaradi sorazmerno majhnih padavin zmanjševal in bil v poletnem času ter na začetku jeseni spet zelo nizek, kar je oteževalo meritve pretoka v strugi obeh potokov. Navedene vrednosti pretokov so zato glede na merilna mesta ocena pretokov.

V naslednji tabeli so prikazane letne vrednosti urana in radija-226 za vremensko različna leta, to je za leta 2003, 2006 in 2007 kot leta z malo, leta 2004, 2008 in 2009 kot leta z veliko in leto 2005 kot leto s povprečno količino padavin. V letih 2003-2006 je bila trajno zaprta rudniška jama, odstranjena so bila začasna odlagališča in nasutja z jamsko jalovino, leta 2006 so pričela dela na končni ureditvi odlagališča Jazbec in končala konec leta 2008, v letu 2007 pa so se začela dela na odlagališču Boršt in končala konec leta 2009 (vgradnja prekrivke), kar je potrebno pri primerjavi navedenih vrednosti upoštevati. Prispevek naravnega ozadja ni odštet.

Tabela 7: Letni pretoki in imisije U_3O_8 in Ra-226, potoka Todraščica (MM Todraž PO) in Brebovščica (MM Gorenja Dobrava), obdobje 2004 - 2009

Potok	Pretok m ³ /leto	U_3O_8 μg/l	U_3O_8 kg	Ra-226 Bq/m ³	Ra-226 MBq
Todraščica, leto 2004	3.214.000	3	10	14	46
Todraščica, leto 2005	2.536.000	3,1	7,8	12	30
Todraščica, leto 2003	1.464.000	3	4,3	14	20
Todraščica, leto 2006	1.626.000	5,7	9,3	7,6	12
Todraščica, leto 2007	1.374.000	7,1	9,7	7,3	10
Todraščica, leto 2008	4.440.789	11	49	7,9	35
Todraščica, leto 2009	4.174.388	5,5	23	4,0	17
Brebovščica, leto 2004	27.686.000	13	355	6,7	186
Brebovščica, leto 2005	20.970.000	13	274	5,6	116
Brebovščica, leto 2003	13.271.000	14	181	7,1	94
Brebovščica, leto 2006	14.306.000	19	272	5,8	83
Brebovščica, leto 2007	12.055.000	17	209	4,5	55
Brebovščica, leto 2008	25.934.689	14	357	4,9	127
Brebovščica, leto 2009	21.941.280	12	270	3,6	80

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 naslednji tabeli. Vrednosti so prikazane ločeno za obdobje pridobivanja uranovega koncentrata, obdobje po prekritju zgornje etaže odlagališča Boršt leta 1995 ter leto 2009. Vrednosti za leto 2009 so za oba potoka blizu minimalnim letnim vrednostim za obdobje 1996-2008.

Tabela 8: 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 $\mu\text{g/l}$	Ra-226 Bq/m^3	U_3O_8 $\mu\text{g/l}$	Ra-226 Bq/m^3
Obdobje 1985-1990	19 – 32	20-30	< 10	50-60
Obdobje 1996-2008	11 – 21	4,5 – 20	2,4 – 11	7,3 – 35
Leto 2009	12	3,6	5,5	4,0
Naravno ozadje	0,4-0,5	< 3-4	0,4-0,5	< 3-4

5. OCENA LETNE EFEKTIVNE DOZE, KI SO JO PREJELI PREBIVALCI IZ VIROV RUŽV V LETU 2009

Od leta 2006 dalje se izvaja program nadzora radioaktivnosti v okolju RŽV, ki je vsebinsko nekoliko spremenjen glede na program, ki se je izvajal od leta 1992 do leta 2005. Poleg tega je bila za leto 2007 ocena izpostavljenosti prebivalcev sevanju iz rudniških virov v vplivnem okolju Rudnika Žirovski vrh prvič narejena za tri predstavnike referenčne skupine prebivalstva in sicer dojenčka, starega 1 leto, otroke, stare 10 let in odrasle, stare 18 let in več. SVS RŽV je s pomočjo posameznih domačinov meseca februarja 2008 preverila število prebivalcev dolin Brebovščice in Todraščice v štirih različnih naseljih in po različnih starostnih skupinah. Podatki so glede na način pridobitve neuradni in jih podajamo zgolj za informacijo za oceno velikosti posamezne skupine referenčne skupine prebivalstva v vplivnem okolju rudnika. Otrok do 1 leta starosti je bilo naštetih 6, otrok 1 do 5 let starosti 22, otrok 6 do 15 let starosti 45, mladih 16 - 18 let starosti 27, odraslih prebivalcev, ki so se dnevno vozili na delo oz. na izobraževanje izven dolin 154, ostalih odraslih prebivalcev, ki so pretežno del dneva prebili v dolinah (delavci, obrtniki, kmetje, gospodinje, upokojenci, ...) pa skupaj 97.

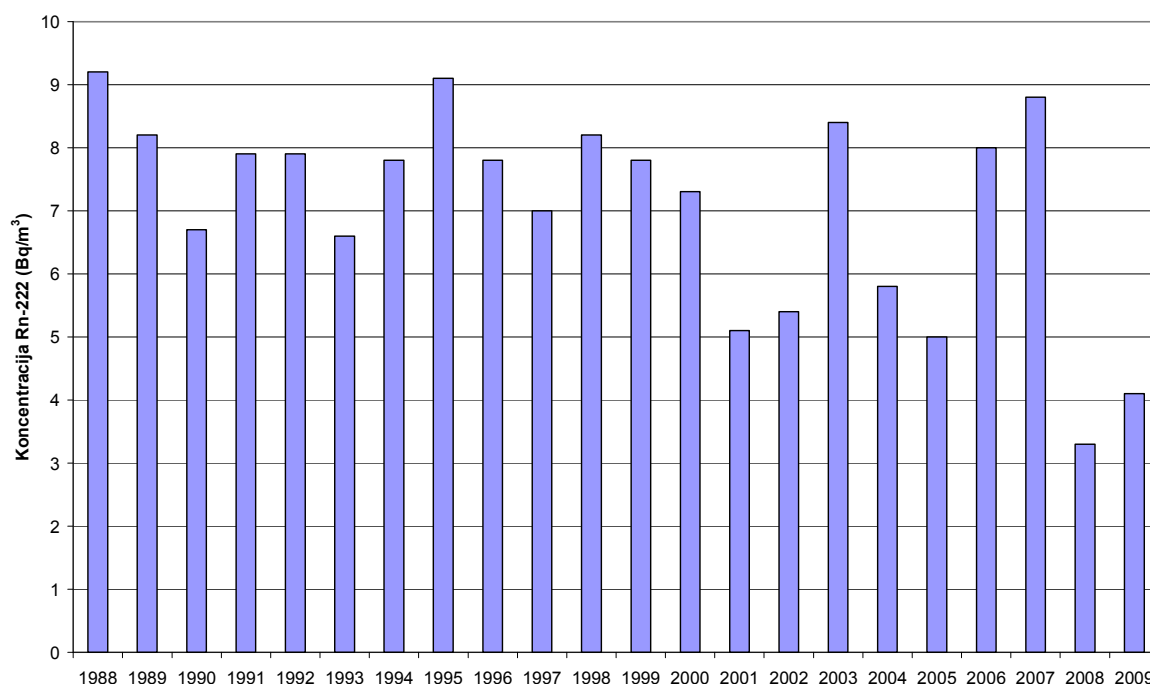
Prispevek sevanja iz rudniških virov v dolini potokov Brebovščica in Todraščica se je z izvajanimi aktivnostmi sanacije rudniških objektov v primerjavi s stanjem v času redne proizvodnje do leta 1990 postopoma zmanjševal. S tem pa se je enako postopno zmanjševala tudi obremenitev okolja s sevanjem iz rudniških virov, predvsem z aerosoli, zunanjim sevanjem ter po vodni poti. Pri analizi podatkov analiz in meritev za leto 2009 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 nižjo spodnjo mejo določanja in sicer za vsak radionuklid posebej. Rezultati analiz so pokazali, da so specifične aktivnosti radionuklidov v mleku precej nižje od vrednosti, določenih z VL gamaspektrometrijo, posledično pa so zato tudi prispevki k skupni dozi prebivalstva zaradi uživanja mleka iz lokalnega okolja precej nižje, najbolj pri otroku starosti 1 leto, katerega glavna hrana je mleko (za oceno izpostavljenosti privzeto 273 l lokalnega mleka letno).

S prekritjem odlagališča Jazbec konec leta 2008 se je od okolja izoliral 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 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 in širjenjem doline Brebovščice zmanjševale. Te majhne koncentracije radona je z obstoječimi pasivnimi merilnimi postopki (detektorji sledi) težko zanesljivo meriti. Prispevek radona iz rudniških virov v Gorenji Dobravi je za leto 2008 ocenjen na $3,3 \pm 0,8 \text{ Bq/m}^3$.

V letu 2009 je bila metodologija določanja prispevka radona iz rudniških virov v dolino Brebovščice delno spremenjena, saj se je že pri oceni prispevka radona v letu 2008 pokazalo, da metodologija za oceno prispevka, ki se je dotlej uporabljala, glede na novo stanje ni več ustrezna. V letu 2009 je prispevek radona ocenjen na vrednost $4,1 \pm 1,1 \text{ Bq/m}^3$. Navedena vrednost prispevka poleg prispevka radona iz odlagališča Jazbec vključuje tudi ostale (naravne) prispevke radona, ki jih bo potrebno v letu 2010 šele ugotoviti. Kakšni pa so ti prispevki, pa bo težko oceniti. Zagotovo pa se bo ocenjeni prispevek rudnika v naslednjih letih nekoliko spreminjal, predvsem odvisno od meteoroloških razmer.

Diagram 4: Ocenjeni povprečni letni prispevki radona iz rudniških virov v dolino Brebovščice, obdobje 1988 - 2009



Ugodne meteorološke razmere za delo in izvajani tehnični ukrepi pri delih za preprečevanje oz. omejevanje prašenja na odlagališču Boršt niso povečali emisij dolgoživih radionuklidov v okolje. Izmerjene koncentracije posameznih radionuklidov so zelo majhne, pri tako majhnih vrednostih je negotovost meritve večja.

Ocena dodatnih letnih efektivnih doz zaradi izpostavljenosti sevanju iz rudniških virov za posamezne predstavnike referenčne skupine prebivalstva v vplivnem območju RŽV za leto 2009 je podana v tabeli 9. 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.

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, krmljene s senom oz. travo iz vplivnega območja rudnika (kmetija Potokar – dolina Todraščice).

Izpostavljenost prebivalcev v primeru uporabe vode iz potoka Brebovščica za pitno vodo je ocenjena (vrednost v oklepaju), niso pa ocenjene vrednosti vštete v skupno letno efektivno dozo. V letu 2009 prebivalci obeh dolin vodo iz potokov Brebovščica in Todraščica niso uporabljali za pitje, namakanje kmetijskih površin oz. napajanje živine.

Tabela 9: Prispevki k letni efektivni dozi za posamezne predstavnike referenčne skupine prebivalstva v vplivnem območju rudnika, sevanje iz rudnika, leto 2009

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	2,3 2,2 87	1,4 1,5 83	0,8 0,6 95
Ingestija	- U, Ra-226, Pb-210, Th-230 v pitni vodi - ribe (Ra-226, Pb-210) - kmetijski pridelki, hrana (Ra-226, Pb-210)	(12,0) <0,6 < 30	(16,8) <0,6 < 60	(14,9) - < 12
Zunanje sevanje	- γ sevanje Rn-222 in potomcev (depozicija, imerzija) - γ sevanje dolgoživih radionuklidov - γ sevanje v okolici odlagališč	1,3 - 1,0	1,3 - -	1,3 - -

Skupna letna efektivna doza zaradi izpostavljenosti sevanju iz rudnika urana v Žirovskem vrhu v 2009 je:

124 μSv (0,124 mSv) za odraslega prebivalca

148 μSv (0,148 mSv) za otroka starega 10 let

110 μSv (0, 110 mSv) za otroka starega 1 leto

(zaokroženo, prispevek vode ni upoštevan).

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

Avtorizirana mejna vrednost za efektivno dozo, ki jo prejme prebivalstvo v vplivnem okolju rudnika – v dolini potokov Todraščica in Brebovščica po končni ureditvi rudniških objektov, je 0,3 mSv/leto. V letu 2009 ta mejna vrednost ni bila presežena.

S R E Č N O !

Vodja Službe varstva pred sevanji
Jože Rojc, univ.dipl.inž.rud.

Priloga poročilu:

- Nadzor radioaktivnosti okolja RŽV,
Povzetek poročila za leto 2009.

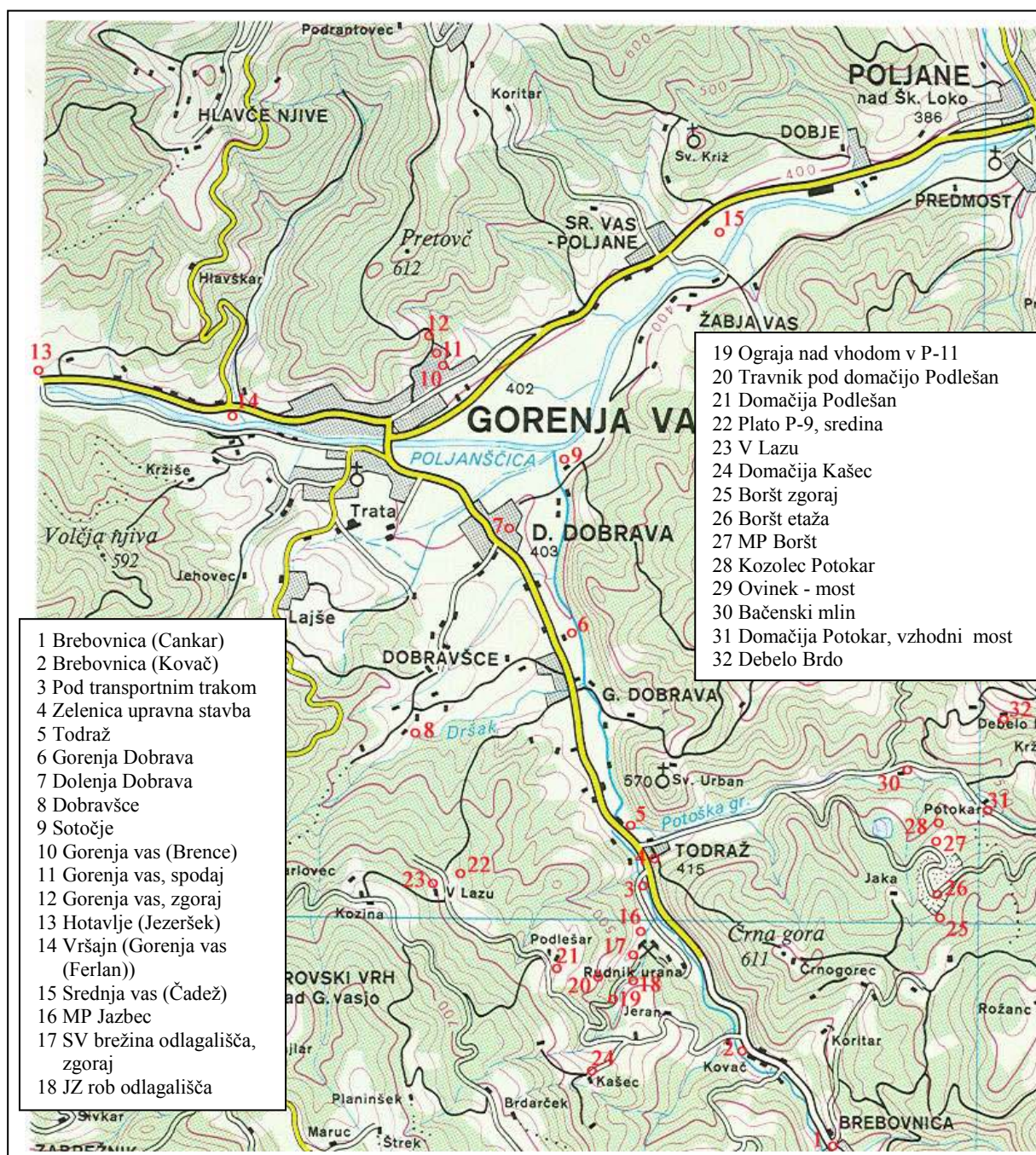
Priloga 1: Položaj posameznih objektov v neposredni bližini odlagališča rudniške jalovine Jazbec, stanje december 2009



Priloga 2: Položaj posameznih objektov v neposredni bližini odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt, stanje leto 2003



Priloga 3: Vzorčevalno – merilna mesta za meritve radona-222, leto 2009



Priloga 4: Vzorčevalno – merilna mesta za vode, leto 2009



- 1 Potok Brebovščica v Gorenji Dobravi, oznaka Gorenja Dobrava
- 2 Potok Todraščica, pred izlivom v potok Brebovščico, oznaka Todraž PO
- 3 Propust pod odlagališčem rudarske jalovine Jazbec, oznaka Jazbec
- 4 Merilno mesto za jamsko vodo, oznaka JV P-10
- 5 Zahodni Boršt potok, oznaka Boršt potok 1, uporaba januar - avgust 2009
- 6 Zahodni Boršt potok, oznaka Boršt potok glavni (BPG), uporaba september – december 2009
- 7 Izток iz drenažnega tunela na odlagališču Boršt, oznaka Tunel
- 8 Skupna drenaža odlagališča Boršt, oznaka SDB
- 9 Skupna drenaža odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt, oznaka SDIJ
- 10 Zaledna drenaža, zahod, oznaka ZDZ
- 11 Zaledna drenaža, vzhod, oznaka ZDV