

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

VPLIV RUDNIKA URANA ŽIROVSKI VRH NA OKOLJE

MIHA VELIKANJE

VELENJE 2021

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

VPLIV RUDNIKA URANA ŽIROVSKI VRH NA OKOLJE

MIHA VELIKANJE

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: izr. prof. dr. Leo Šešerko

Somentorica: doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek

VELENJE 2021

Številka: 726-7/2018-2
Datum: 19. 6. 2018

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent Visoke šole za varstvo okolja **Miha Velikanje** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Vpliv rudnika urana Žirovski vrh na okolje.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Environmental effects of the uranium mine Žirovski vrh.

Mentor: **izr. prof. dr. Leo Šešerko**

Somentorica: **doc. dr. Samar Al Savegh Petkovšek**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Izr. prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan



Visoka šola za varstvo okolja
Trg mladosti 7 | 3320 Velenje
t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani/a Miha Velikanje, vpisna številka 34150034,
študent/ka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in
ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom
Vpliv rudnika urana Žirovski vrh na okolje


ki sem ga izdelal/a pod:

- mentorstvom izr. prof. dr. Lea Šešerka
- somentorstvom doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektoriral/a Zvonka Labernik;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: 27. 7. 2020

Podpis avtorja/ice: 

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Leu Šešerku in somentorici doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek ter preostalima članoma komisije prof. dr. Bojanu Sedmaku in pred. dr. Emilu Šterbenku za vse podane predloge in strokovne usmeritve. Zahvaljujem se tudi podjetju Rudnik Žirovski Vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika Urana, d. o. o. za vse podane podatke, osebam, ki so bile pripravljene nameniti čas za izpolnitev ankete in izvedbo intervjujev, ter svojim staršem in prijateljem, ki so me podpirali v času študija.

IZVLEČEK

V Sloveniji je mogoče najti veliko različnih rudnikov, ki so jih odprli v času Jugoslavije. Med njimi, hkrati eden izmed najbolj razvpitih, je tudi rudnik urana Žirovski vrh. Namen diplomskega dela je opraviti pregled razvoja rudnika ter opisati njegovo delovanje od odprtja in zaprtja ter pregledati, kaj se danes dogaja z njegovo zapuščino in kakšne posledice je pustilo njegovo delovanje. Del poglavja se še posebej posveča varstvu zaposlenih in opisuje njihova tveganja izpostavljenosti nevarnostim pri delu ter temu namenjene preventivne ukrepe. Eno izmed poglavij opisuje ekološko sanacijo rudnika po prenehanju obratovanja, v katerem ena izmed hipotez preverja tudi varnost tamkajšnjih trajnih odlagališč nevarnih odpadkov. Diplomsko delo zajema tudi vplive na okolje, ki jih je rudnik imel v času delovanja, in morebitne vplive, ki jih ima še danes. Razen tega opisuje še nekatere pomembne preventivne ukrepe, ki so bili izvedeni, da bi zmanjševali njegove negativne vplive. Predstavlja tudi izvajanje monitoringov in povzema nekatere rezultate meritev in študij. V delu poglavja o vplivih na okolje se diplomsko delo dotakne tudi vpliva rudnika na zdravje, v katerem na podlagi tretje hipoteze ugotavlja morebitno povečano prisotnost rakavih obolenj med bivšimi zaposlenimi v rudniku.

KLJUČNE BESEDE: rudnik, uranova ruda, vplivi na okolje, ekološka sanacija, odlagališče, sevanje, varnost, zdravje.

ABSTRACT

In Slovenia we can find many mines opened in the times of former Yugoslavia. One of the most notorious mines was the uranium mine in Žirovski vrh. The purpose of my diploma is to overview development of the mine and describe its activities from the opening to its closing. I checked what is happening with the legacy today and went to see what kind of consequences the mine left behind after its long presence in the Žirovski vrh. One chapter is completely focused on safety of employees who worked in the mine. It describes their risks from being exposed to dangers while working and preventive measures that were intended to them. Another chapter is about mine's ecological rehabilitation after it stopped operating. One of the hypothesis checks safety near permanent disposals of dangerous radioactive waste. Diploma work also includes all the environmental effects on which the mine had when it was operating and possible effects that it still has and may have today. Besides that, one of the chapters also describes some preventive measures that were intended for reducing mine's effects. One part describes monitorings and includes some of the measurements and studies results. A part in one of the chapters about environmental effects is also about mine's effects on health, where on the base of third hypothesis figures it out if there is a bigger chance for cancerous illnesses of former employees that worked in the mine.

KEY WORDS: mine, uranium ore, environmental effects, ecological rehabilitation, disposal, radiation, safety, health.

KAZALO

1. UVOD	1
1.1. Namen in cilji diplomske naloge	2
1.2. Določitev hipotez in metodologije dela	2
1.3. Metode dela	2
2. URANOVA RUDA	3
2.1. Nahajališče in trgovanje	3
3. RUDNIK URANA ŽIROVSKI VRH	4
3.1. Opis območja nahajališča rude	4
3.2. Začetki rudarjenja	5
3.3. Razvoj rudnika	6
3.4. Dejavnosti rudnika v okolici	7
3.4.1. Dejavnosti za rudarje v prostem času	8
3.5. Različni vidiki o vplivu rudnika na okolico	8
3.6. Predelovanje rude v »rumeno pogačo«	11
3.7. Varnost zaposlenih	12
3.7.1. Posamezne prepoznane nevarnosti zaposlenih v rudniku urana Žirovski vrh in glavni predvideni preventivni ukrepi	12
3.7.2. Osebna varovalna oprema	15
3.7.3. Nezgode pri delu	16
3.7.4. Reševalna četa in gasilska služba rudnika urana Žirovski vrh	16
3.8. Prenehanje obratovanja	16
3.8.1. Odzivi ob zaprtju rudnika	17
3.8.2. Možne alternative uporabe rudniške infrastrukture	18
4. RUDNIK ŽIROVSKI VRH, JAVNO PODJETJE ZA ZAPIRANJE RUDNIKA URANA, D. O. O. 19	
4.1. Namen in naloge podjetja	19
4.2. Zaprtje rudnika	20
4.3. Odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt	20
4.4. Odlagališče rudarske jalovine Jazbec	23
4.5. Intervju z direktorico Rudnika Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d. o. o., Hiacinto Klemenčič	24
5. VPLIVI RUDNIKA URANA ŽIROVSKI VRH NA OKOLJE IN MONITORINGI STANJA OKOLJA	26
5.1. Zrak in sevanje	28
5.2. Voda	31

5.3.	Nevarne snovi	37
5.4.	Biota.....	38
5.5.	Zdravje	41
5.5.1.	Primeri dodatnih specialističnih pregledov skupin in posameznikov	42
5.5.2.	Najvišji ugotovljeni vnos uranovega koncentrata.....	42
5.5.3.	Zdravje prebivalcev	43
6.	INTERVJUJI UPOKOJENIH ZAPOSLENIH V RUDNIKU URANA ŽIROVSKI VRH	45
6.1.	Namen in vsebina vprašalnika.....	45
6.2.	Rezultati vprašalnika	46
7.	RAZPRAVA IN SKLEPI	58
8.	POVZETEK	60
9.	VIRI, LITERATURA.....	62

KAZALO SLIK

Slika 1: Vzorec uranove rude.....	4
Slika 2: Rov P-1 ob začetkih izkopavanja.....	5
Slika 3: Rov P-1 po njegovem zaprtju.	6
Slika 4: Podatki na zapečatenem glavnem vhodu v jamo.....	7
Slika 5: Ena redkih stavb (ob vhodu P-10), ki v postopku zapiranja rudnika ni bila porušena, sedaj v lasti Ministrstva za obrambo Republike Slovenije.	19
Slika 6: Že gosto zaraščen zaprti vhod P-9 (med drevesi je viden betonski čep).	20
Slika 7: Odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt danes.	21
Slika 8: Vhod v drenažni rov.	22
Slika 9: Odlagališče rudarske jalovine Jazbec danes.....	24
Slika 10: Vremenska postaja na odlagališču Boršt.	29
Slika 11: Shematski prikaz radioaktivnosti površinskih voda v okolju RUŽV za potoka Todraščica in Brebovščica v obratovalnem obdobju 1985–1990.	32
Slika 12: Merilno mesto na iztoku jamske vode.....	34
Slika 14: Letni prispevki k efektivni dozi povprečnega odraslega prebivalca zaradi Rudnika Žirovski vrh v obdobju 1989-2010.....	45

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz prednosti in slabosti z gospodarskega vidika na življenje okoli RUŽV.	8
Tabela 2: Prikaz prednosti in slabosti s kulturnega vidika na življenje okoli RUŽV.....	9
Tabela 3: Prikaz prednosti in slabosti z okoljskega vidika na življenje okoli RUŽV.	9
Tabela 4: Prikaz prednosti in slabosti s prostorskega vidika na življenje okoli RUŽV.	10
Tabela 5: Prikaz prednosti in slabosti s socialno-razvojnega vidika na življenje okoli RUŽV.	10
Tabela 6: Poenostavljena shema proizvodnje RUŽV s kapaciteto 120 t U ₃ O ₈ in radiometrično separacijo.	12
Tabela 7: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju emisij v zrak – 1. del.	30
Tabela 8: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju emisij v zrak – 2. del.	31
Tabela 9: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju voda – 1. del.	33
Tabela 10: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju vod – 2. del.	33
Tabela 11: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju podzemnih voda.....	35
Tabela 12: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju podzemnih voda pod odlagališčem hidrometalurške jalovine Boršt.....	36
Tabela 13: Program monitoringa radioaktivnosti RUŽV 9 sedimentov v potokih Brebovščica in Todraščica ter v reki Sori za leto 2019.	38
Tabela 14: Program monitoringa radioaktivnosti RUŽV za leto 2019 na področju vodne biote – rib.....	39
Tabela 15: Program monitoringa radioaktivnosti RUŽV za leto 2019 na področju hrane.	40
Tabela 16: Prikaz ocene prejete efektivne ekvivalentne doze povprečnega odraslega predstavnika iz kritične skupine prebivalstva kot posledice izpostavljenosti sevanju iz rudniških virov.	44

KAZALO GRAFIKONOV

Graf 1: Grafični prikaz razmerja vprašanih po spolu.	47
Graf 2: Grafični prikaz letnic rojstva vprašanih.	48
Graf 3: Grafični prikaz občine stalnega prebivališča vprašanih.....	49

Graf 4: Grafični prikaz načina poročanja o vprašanih v anketi.	49
Graf 5: Grafični prikaz najvišje dosežene izobrazbe vprašanih.....	50
Graf 6: Grafični prikaz delovne dobe v rudniku vprašanih.	51
Graf 7: Grafični prikaz zadovoljstva vprašanih z delovnimi pogoji v rudniku.....	52
Graf 8: Grafični prikaz mnenja vprašanih o varnosti delovnih pogojev na delovnem mestu.	52
Graf 9: Grafični prikaz mnenja vprašanih o ustrezni dodelitvi delovne opreme.....	53
Graf 10: Grafični prikaz vprašanih o seznanitvi s tveganji.	53
Graf 11: Grafični prikaz mnenja vprašanih o dodatnih preventivnih ukrepih v rudniku.....	54
Graf 12: Grafični prikaz ocene splošnega zdravstvenega stanja vprašanih.....	54
Graf 13: Grafični prikaz počutja vprašanih v času zaposlitve – akutna bolezenska stanja....	55
Graf 14: Grafični prikaz počutja vprašanih v času zaposlitve – kronična bolezenska stanja.	55
Graf 15: Grafični prikaz rakavih obolenj vprašanih.....	56
Graf 16: Grafični prikaz drugih obolenj vprašanih.	56
Graf 17: Grafični prikaz omejevanja vprašanih ob morebitnih obolenjih.....	57

Priloga A: Vprašalnik

1. UVOD

Leta 1960 se je pokrajina na Žirovskem vrhu začela spreminjati. Odkritje možnosti pridobivanja uranove rude je zaradi takratne želje po izdelavi atomske bombe in energetski samozadostnosti s pomočjo pridobivanja jedrske energije, hitro vzbudilo zanimanje jugoslovanske vlade.

Ob začetku in širjenju delovanja rudnika so se posledično začeli pojavljati tudi negativni vplivi na okolje. Pokrajina se je v petdesetih letih drastično spremenila. Posledica delovanja rudnika so bili določeni pozitivni vplivi na okoliško prebivalstvo, kot so izboljšanje življenjskega standarda. Hkrati so se pojavljali tudi negativni vplivi na zdravje ljudi in okolje.

Zaposleni v rudniku urana Žirovski vrh (RUŽV) so bili izpostavljeni večjim količinam sevanja kot povprečna oseba, ki ni delala v rudniku urana. Največjemu deležu radioaktivnega sevanja so bili izpostavljeni delavci v rovih oziroma tamkajšnjih jamah (Rojc, 2009). Radioaktivno sevanje in kopičenje radioaktivnih izotopov ima lahko mutagen (povečanje možnosti poškodb genetskega materiala) in rakotvoren učinek.

Mediji so večkrat poročali o nevarnostih sevanja za prebivalce, ki živijo v neposredni bližini RUŽV. Enako so poročali o pojavih rakavih obolenj med zaposlenimi v rudniku (Guzelj, 1991).

Dva zaposlena rudarja sta tožila državo Republiko Slovenijo, ker sta želela dokazati, da je za njuno rakavo obolenje krivo delovno razmerje v rudniku. Tožbo sta oba izgubila (Žagar, 1992).

Teren na Žirovskem vrhu ni idealen za rudarjenje. Območje je pod naklonom in ilovnato, kar ob večjih nalivih predstavlja veliko nevarnost nastanka zemeljskega plazua. Uranova ruda je bila na območju kopanja močno razredčena. Vsak odkop je bilo treba dodobra presejati in prečistiti na površju, zato se je posledično začela kopičiti odpadna zemljina. Odpadno jamsko jalovino so deponirali v neposredni bližini rudnika na odlagališče Jazbec, odpadno hidrometalurško jalovino pa na odlagališče Boršt. Po zaprtju rudnika so odlagališči sanirali, da bi preprečili onesnaženje območja in podtalnice z izcednimi vodami ter da bi preprečili plazenja jalovine (Rojc, 2009).

Izvajajo se monitoringi izcednih vod in merjenje plazenja odpadne jalovine, ki v suhem vremenu ne predstavlja težav in ne prihaja od odstopanj. Ob večjih nalivih se na območju rudnika zaradi naklona terena pojavijo hudourniki, ki predstavljajo neposredno nevarnost zdrsa odpadne jalovine v dolino ter posledično nevarnost onesnaženja območja z radioaktivnimi in kemijsko onesnaženimi snovmi (Potočnik, 1991).

Diplomsko delo obravnava tematike spreminjanja pokrajine, vpliva na okolje in zdravje zaposlenih in okoliških prebivalcev. Hkrati opisuje začetek delovanja rudnika, čas obratovanja in postopek njegovega zapiranja. Navaja tudi preventivne ukrepe preprečevanja negativnih vplivov na okolje ter opisuje izvedene monitoringe, okoljska poročila in monitoringe, ki se še vedno izvajajo in naj bi se izvajali tudi v prihodnosti.

1.1. Namen in cilji diplomske naloge

Namen diplomskega dela je preučiti zgodovino rudarjenja v RUŽV ter pridobiti in ustrezno dokumentirati informacije meritev radioaktivnega sevanja, informacije o količinah in rezultatih parametrov izcednih vod iz odlagališč odpadne jalovine Boršt in Jazbec ter vpliva rudarjenja na okolje in zdravje zaposlenih v rudniku.

1.2. Določitev hipotez in metodologije dela

Na podlagi opredelitve problema, namena in zastavljenih ciljev postavljam v diplomskem delu tri naslednje hipoteze:

1. Odlagališči odpadne jalovine v bližini rudnika Žirovski vrh Boršt in Jazbec zaradi naklona in geografskih lastnosti terena predstavljata potencialno nevarnost zdrsa ob večjih količinah meteorne vode.
2. Rudarjenje v RUŽV je v času obratovanja povzročilo povečanje radioaktivnega sevanja, ki so mu bili izpostavljeni rudarji in okoliški prebivalci, ter presega zakonsko določene mejne vrednosti na površju območja kopanja uranove rude in v okoliških vaseh Gorenja Dobrava, Todraž, Dobravšce in Bačne.
3. Med zaposlenimi v RUŽV je razširjeno mnenje, da je bila po končanem obratovanju rudnika ugotovljena večja pogostost rakavih obolenj na območju občin Idrija, Žiri, Gorenja vas - Poljane in Škofja Loka, kot je to zabeleženo v Registru raka Republike Slovenije. S pregledom zdravstvenih arhivov, z intervjuji z nekdanjimi rudarji in njihovimi najbližjimi sorodniki, zdravniki, ki so opravljali za rudarje javno zdravstveno službo, ter z nekdanjimi administrativnimi in strokovnimi delavci RUŽV bomo med izdelavo naloge preverili, ali je mogoče to mnenje potrditi ali ga je treba zanikati.

1.3. Metode dela

Pri izdelavi diplomske naloge sem uporabil naslednje metode dela:

- opazovalno, s katero sem si fizično ogledal območje rudnika in širšo okolico,
- zgodovinsko, s katero sem pregledal zapise o rudniku,
- opisno, s katero sem kategoriziral, analiziral in primerjal podatke o opredeljenem problemu,
- analitsko, s katero sem analiziral pridobljene podatke iz intervjujev zaposlenih in njihovih sorodnikov ter iz arhivov,
- ter uporabil tudi eksperimentalno metodo, s pomočjo katere sem izvedel nekatere intervjuje upokojenih rudarjev, sorodnikov pokojnih, okoliških prebivalcev, direktorice in nekaterih zaposlenih v podjetju Rudnik Žirovski Vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika Urana, d. o. o.

2. URANOVA RUDA

Uran je težka radioaktivna kovina srebrne barve, ki spada v skupino aktinidov. V periodičnem sistemu elementov je uvrščen na 92. mesto, kar pomeni da ima 92 protonov in okoli jedra 92 elektronov. Njegova atomska masa znaša 238.029 g/mol, simbol pa je latinska črka U. Odkril ga je nemški kemik Martin Heinrich Klaproth leta 1781. Poimenovan je po planetu Uran, kar v grščini (Ouranos) predstavlja nebo. Gostota urana je približno enaka zlatu in znaša 19,16 g/cm³ (Burton, 2019).

Najpomembnejša uranova ruda je težek radioaktiven mineral uranov oksid, imenovan tudi smolna svetlica. Pri dnevni svetlobi se uranovi minerali pogosto svetijo rumeno ali zeleno (Burton, 2019). Uran in njegove zlitine pa so zaradi radioaktivnosti zelo strupene, kancerogene in mutagene.

Ena pomembnejših lastnosti urana je njegova ogromna sposobnost ustvarjanja toplote. Ena tona urana odda enako količino toplote kot 1,35 milijona ton nafte ali zemeljskega plina. Najpogosteje uporabljen izotop urana, ki služi za proizvodnjo energije in jedrskega orožja, je uran 235, ki ima samoohranjeno jedrno verižno reakcijo (Uran kot ... 2019). Leo Szilard je nekaj let pred začetkom druge svetovne vojne prvi odkril potencial izkoriščanja energije s pomočjo cepitve. Kot Žid je moral pobegniti iz Nemčije, zato je svoj patent predstavil v Angliji, ki ga je ves čas vojne, v strahu, da bi Nemčija prestregla podatke, čuvala kot strogo državno skrivnost (Radioaktivnost in ... 2019).

2.1. Nahajališče in trgovanje

Kljub svoji razširjenosti je uran v zemeljski skorji zelo razpršen. Geologi ocenjujejo, da ga je približno 1000-krat več kot zlata oziroma skoraj enako zalogram svinca in cinka (Uran kot ... 2019). Skupni potencial raziskanih nahajališč znaša približno 5,5 milijona ton. Največja nahajališča rude so v Avstraliji, kjer trenutno delujejo trije večji rudniki. Zaradi vplivov na tamkajšnje okolje pa so skozi leta občutno zmanjšali njegov izvoz. Med velike predelovalce, ki imata hkrati tudi zaloge rude, spadata Kazahstan in Kanada. Večje zaloge so tudi v Namibiji in Južni Afriki, kjer je uporaba jedrske energije v porastu. Sloveniji najbližja država z večjimi zalogami uranove rude je Češka, ki je bila leta 2015 po odkritih svetovnih zalogah na 16. mestu (Burton, 2019).

Trgovanje z uranom je na svetovni ravni strogo regulirano. Izvoze nadzira Mednarodna agencija za atomsko energijo (IAEA). Z njim ni možno trgovati na prostem trgu. Prodajalci in kupci vse nakupe sklepajo zasebno. V letu 2019 (do avgusta) se je povprečna cena urana gibala okoli 25 dolarjev na 454 gramov (1 funt) oziroma približno 46,4 evrov na kilogram. V letu začetka zapiranja rudnika urana Žirovski vrh so cene urana znašale v povprečju približno 18,6 evrov na kilogram (Cene urana ... 2019).



Slika 1: Vzorec uranove rude.

Vir slike 1: <https://cna.ca/wp-content/uploads/2014/06/Uranium-ore-2.jpg> (10. 8. 2019).

3. RUDNIK URANA ŽIROVSKI VRH

Od začetka geoloških raziskav do prenehanja proizvodnje je minilo približno 30 let. Podjetje Rudnik urana Žirovski vrh je bilo ustanovljeno leta 1976, šest let pozneje se je začelo odkopavanje uranove rude. V času proizvodnje je podjetje zaposlovalo med 400 in 500 oseb. Izkopanih je bilo prek 60.000 metrov rovov. Odkopane je bilo približno 3,3 milijona ton kamnine. V Jedrski elektrarni Krško so iz uranove rude pridobljene na Žirovskem vrhu proizvedli nekaj čez 12.000 GWh električne energije (Florjančič in sod., 2000). Sam rudnik, natančneje, trajna ureditev podzemeljskih objektov, je bila z ustanovitvijo podjetja Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana (RŽV) zaključena leta 2006 (Klemenčič v intervjuju, 2019).

V svetovnem merilu spada rudnik urana Žirovski vrh med manjše rudnike. Njegov raziskovalni prostor je obsegal 24,7 km² ali 0,1 % površine Slovenije, pridobivalni prostor rude pa je obsegal 6,2 km² (Rojc v Florjančič, 2000).

3.1. Opis območja nahajališča rude

Žirovski vrh je širši javnosti poleg rudnika urana verjetno najbolj poznan po ostankih Rupnikove linije, ki je potekala na tem področju. Prvi zapisi o industrijski dejavnosti na Žirovskem vrhu segajo v 16. stoletje, ko so tam nekaj let uspešno delovale fužine. Do takrat območje niti ni bilo poseljeno, kar dokazuje tudi dejstvo, da z izjemo nekaj manjših kapel in znamenj po vrhovih ne stoji nobena cerkev. Ena glavnih trgovskih poti s Koroške se je v prvi četrtini 19. stoletja čez planote Žirovskega vrha prestavila med Trebijo in Žiri (Florjančič in sod., 2000). V času prvih geoloških raziskav sta na območju stali le dve večji kmetiji Vrbanic in Troha, ki so ju naknadno porušili za potrebe rudnika, lastnikom domačij pa zgradili novi hiši (Štucin, 2010).

Žirovski vrh, imenovan tudi Žirovski vrh Svetega Urbana, in pod njim Todraška dolina, sedaj vas Todraž, se nahajata na vzhodnem delu Poljanske doline. Gre za razpršeno naselje samotnih kmetij in manjših zaselkov med dolinami potoka Brebovščica ter potokov Sovra in Račeva. Najvišja vzpetina v bližini je Goli vrh (962 m) (Geopedia, 2020).

Uranova ruda se v Žirovskem vrhu nahaja med peščenjaki in konglomerati. Zaradi izpiranja apnenca, laporja in dolomita uranova ruda ni več tisoč metrov pod zemljo. Uranova ruda na tem območju je sestavljena samo iz uranove svetlice (Uranoninit, UO_2), ki se nahaja v vezivu sivega peščenjaka in konglomerata. Kjer se rudo lahko locira do 50 m globine, zaradi oksidacije razpada v druge uranove minerale rumene, oranžne in zelene barve. Oksidirano rudo in bogatejše primerke rude, v katerih je delež urana večji od 1 %, lahko jasno ločimo od jalovine, medtem ko rudo globlje od 50 m s prostim očesom ne moremo ločiti od jalovih delov. Odstotek urana poleg bogatejših primerkov v rudi niha med 0,03 do 0,05 % (Omaljev in Ramovš v Florjančič, 2000). Celotni rudni potencial nahajališča ocenjujejo na približno 16 tisoč ton U_3O_8 (Čadež in sod. v Florjančič, 2000).



Slika 2: Rov P-1 ob začetkih izkopavanja.

Vir slike 2: https://s3.amazonaws.com/gs-geo-images/46c832fa-2cda-4f40-bc4c-03a6578c3a71_l.png (10. 8. 2019).

3.2. Začetki rudarjenja

Cilka Štucin, prebivalka, ki živi blizu rudnika, v neposredni bližini odlagališča jamske jalovine Jazbec, v svoji knjigi začetke rudarjenja opisuje kot občasno opažanje »neznanih ljudi, ki so z nekimi čudnimi napravami hodili po okolici in so bili menda geologi« (Štucin 2010, str. 3).

Geološke raziskave so se začele maja leta 1960. Takrat so začeli graditi tudi prvi raziskovalni rov. Izvajalec del je bil Geološki inštitut iz Beograda. V prvem rovu so rudarili s pnevmatskimi kladivi ter z ročnim nalaganjem in odvozom izkopanine. V letu 1961 je bilo izkopanih 8 rogov v skupni dolžini 250 m. Pri kopanju enega izmed rogov, pri katerem so sodelovali tudi rudarji iz Idrije, so na višini rova z vrtino locirali prvo primarno uranovo rudo. Rov so le podaljšali do odkrite rude. Dela so v začetku leta 1961 nadaljevali rudarji iz Beograda. Po odkritju, da je naklon obstoječega rova prevelik, so začeli 5,5 metrov višje kopati še en rov. Poimenovali so ga Pi-1 in zanj pozneje začeli uporabljati oznako P-1. Pozneje je ta rov postal glavni rov zgornje jame (Beričič in sod. v Florjančič, 2000).



Slika 3: Rov P-1 po njegovem zaprtju.

Foto: M. Velikanje, 2019.

3.3. Razvoj rudnika

V šestdesetih letih prejšnjega stoletja v zgornji jami (P-1) (v času delovanja Geološkega inštituta iz Beograda) še ni bilo lokomotivske vleke in električne razsvetljave, čeprav je bila tedaj takšna oprema tudi v rudnikih po Jugoslaviji že običajna. Kljub temu so metode radiometrične meritve opravljali s tehnološko sodobnimi ameriškimi in francoskimi instrumenti.

V fazi delovanja Geološkega zavoda Ljubljana v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja je bil s spodnjim rovom določen volumen bodočega rudnika. Z elektrifikacijo, lokomotivsko vleko in pnevmatsko lopato so se dela v rudniku pospešila. Do leta 1976 so poleg posodobitve osebne rudarske opreme in nadgradnje mehanizacije zgradili novo kopalnico, lamparno (prostor za shranjevanje jamskih svetilk), prostore za reševalno četo in šivalnico. Prenovljeno staro stavbo so preuredili v pisarne in kotlovnico. Na starem odlagališču P-10 so po odstranitvi jamske jalovine postavili upravno stavbo, prostor za tehnične in razvojne službe jame skupaj s tehnološkim laboratorijem, dodatne garderobe, delavnice, transformatorsko postajo, skladišča in čistilno napravo za jamsko vodo (Beričič in sod. v Florjančič, 2000). Pripravo na proizvodnjo uranovega koncentrata so izvedla slovenska podjetja v sodelovanju z ameriškim podjetjem Fluor Mining and Metals, ki je pripravilo bazični inženiring. Ta je vključeval razmestitev objektov, osnovne tehnološke operacije in opremo, njihov zagon in kontrolo procesa. V sklopu gradbenih del od leta 1979 do konca 1983 je bilo narejeno tudi poročilo o vplivih na okolje (Logar v Florjančič, 2000).

Leta 1978 so na Žirovski vrh pripeljali prvo samohodno jamsko opremo, s katero so se začele priprave na masovno izkopavanje. To je oznanilo tudi začetek obdobja Rudnika urana Žirovski vrh – RUŽV. Poleg visoko produktivne samohodne mehanizacije so uvedli miniranje z industrijskim razstrelivom ANFO (ammonium-nitrate fuel oil), ki je sestavljen iz 94 odstotkov amonijevega nitrata in 6 odstotkov dizelskega goriva. Glavni jamski rov je bil dostopen skozi vhod P-11, ki je imel močan in razvejen prezračevalni sistem. V neposredni bližini so postavili betonarno, jalovišče Jazbec, ki stoji še danes, drobilnica z deponijo, vzorčevalna naprava ter skladišče vrtin in vzorcev (Beričič in sod. v Florjančič, 2000).



Slika 4: Podatki na zapečatenem glavnem vhodu v jamo.

Foto: M. Velikanje, 2019.

K povečanju učinkovitosti odkopavanja rude in povečanju varnosti rudarjev pred sevanjem je pripomogla uvedba nove odkopne metode, ki so jo vpeljali s pomočjo obsežnih analiz in izračunov na Rudarskem inštitutu v Ljubljani. Glede na položaj rude so uvedli dva principa odkopne metode, ki sta temeljila na uporabi »komorno stebrne metode od spodaj navzgor z uporabo utrjenega zasipa, z izdelavo umetnih stebrov in podgrajevanjem z vravnimi sidri« (Bajželj 2000 v Florjančič, str. 86).

V letu 1986 je bil ustanovljen samostojni Sektor za razvoj in kontrolo kvalitete. V sodelovanju z zunanjimi izvajalci so iskali ter uvajali redne izboljšave mehanizacije in strojev, z namenom povečati učinkovitost in varnost rudarjev. V desetletju so registrirali 46 inovacij. V predelovalnem obratu so vpeljali več kot sto majhnih in večjih izboljšav. Posodabljali in večali so tudi računalniško zmogljivost in razvijali lastno programsko opremo (Florjančič, 2000). Uporabljali so tudi simulator modela MINSIM (program umetne inteligence), katerega namen je bil optimizirati delovanje rudnika na podlagi izračunov delovnih operacij in izvedbe najbolj optimalnega zaporedja delovanja v delovnih procesih pridobivanja uranove rude ter njene predelave v uranov koncentrat (Lavrenčič v Florjančič, 2000). S tem je v osemdesetih letih prejšnjega stoletja RUŽV uspelo imeti najmočnejše računalniško podprto montageološko dejavnost v slovenskem rudarstvu. Uvedli so radiometrično separacijo, s katero so lahko ekstrahirali uranov koncentrat tudi iz revnejše rude. Ob prihodu nove tehnologije, so bile osebe, zadolžene za njeno upravljanje, ustrezno usposobljene. Ker v Gorenji vasi in njeni okolici ni bilo ustrezno usposobljenih delavcev za rudarska dela, so poleg zaposlovanja delavcev iz drugih krajev izvajali tudi izobraževanje (Florjančič, 2000).

3.4. Dejavnosti rudnika v okolici

Za potrebe po električni energiji je rudnik postavil nov daljnovod Žiri–Todraž in med izgradnjo rudnika sofinanciral tudi cesto Škofja Loka–Gorenja vas. Med drugim so sofinancirali tovarno žveplove kisline v Celju. Odkupili so zemljišča za potrebe rudnika ter odkupili in zgradili 120 stanovanj. Ostalim delavcem so podelili stanovanjska posojila. Štipendirali so učence, s čimer so želeli privabiti tudi mlajše, da bi se zaposlili v rudniku (Florjančič, 1984). Zgradili so tudi nadomestne objekte za dve kmetiji, ki so ju za potrebe rudnika porušili. Prestavili so cesto

Gorenja vas–Lučine, potok Todraščica in cesto v Bačne (Lenart v Florjančič, 2000). Knjižnici Ivana Tavčarja v Gorenji vasi so dali na razpolago prostore za izposojajo knjig. Financirali so tudi obnovo Tavčarjevega dvorca in izgradnjo igrišča v Gorenji vasi (Florjančič, 2000).

3.4.1. Dejavnosti za rudarje v prostem času

Rudnik je izdajal svoj časopis Uranar – glasilo delavcev Rudnika urana Žirovski vrh. Pod enakim imenom je deloval tudi moški pevski zbor. Leta 1972 so organizirali prvi Dan rudarjev, ki so ga praznovali vsako leto na dan svete Barbare. Vse leto so se vrstile različne kulturne prireditve, kot so Miklavževanje in likovne razstave. V Osnovni šoli Ivana Tavčarja v Gorenji vasi so vsak teden imeli na voljo prostore za športne aktivnosti, kot so balinanje in namizni tenis. Med rudarji sta delovala fotoklub in klub veteranov, v katerem so se zavzemali za ohranjanje rudarskih tradicij (Florjančič, 2000).

3.5. Različni vidiki o vplivu rudnika na okolico

V spodnjih tabelah so izpostavljene nekatere prednosti in slabosti iz različnih zornih kotov (gospodarski, socialni, kulturni, prostorski in okoljski), ki jih je rudnik povzročil s svojim delovanjem (Gantar v Florjančič, 2000).

Gospodarsko-razvojni vidiki

Tabela 1: Prikaz prednosti in slabosti z gospodarskega vidika na življenje okoli RUŽV.

Prednosti	Slabosti
<ul style="list-style-type: none">- diverzifikacija gospodarskih aktivnosti, večje števil gospodarskih priložnosti;	<ul style="list-style-type: none">- ker RUŽV postaja osrednji gospodarski akter, obstaja nevarnost, da drugi akterji postopoma slabijo in propadejo;
<ul style="list-style-type: none">- velike investicije v raziskovanje in odpiranje rudnika imajo »spill over« učinke na lokalno ekonomijo;	<ul style="list-style-type: none">- prezaposlovanje KV in VKV delovne sile iz tradicionalne industrije (lesarstvo in čevljarstvo) v Rudnik;
<ul style="list-style-type: none">- možnosti novih zaposlitev za domačine: *pojavi se novi poklici in priložnosti za profesionalne kariere; *iz že delovnih mest in poklicev prehajajo na nova delovna mesta v RUŽV;	<ul style="list-style-type: none">- ob nadaljnjem pospešenem razvoju rudnika in rudarjenja bi lokalni skupnosti grozila transformacija v monogospodarsko »regijo«, ki bi se spopadala s podobno razvojno strukturnimi problemi, kot se danes spopada Zasavje.
<ul style="list-style-type: none">- večja poraba dobrin (tki. »non-tradables«), ki se pridelajo in porabijo znotraj lokalne skupnosti.	

Vir: Pavel Gantar, 2000.

Kulturni vidiki

Tabela 2: Prikaz prednosti in slabosti s kulturnega vidika na življenje okoli RUŽV.

Prednosti	Slabosti
- diverzifikacija načinov življenja in kulturnih vrednot;	- kulturna nestrpnost in ogroženost zaradi »uvoženih« vrednot;
- zmanjšuje se stopnja neformalne socialne kontrole v lokalni skupnosti; povečuje se stopnja svobode posameznika;	- pojmovanje rudnika kot »zlate jame« za osebno promocijo;
- večja mobilnost prebivalcev lokalne skupnosti.	- znaki uveljavljanja potrošniške družbe;
	- znaki kulturne in socialne segregacije;
	- v kulturnem smislu je, ne glede na stopnjo varnosti, območje rudnika po zaprtju »simbolno onesnaženo« in dojeto kot tujek v sicer razmeroma neokrnjeni naravi.

Vir: Pavel Gantar, 2000.

Okoljski vidiki

Tabela 3: Prikaz prednosti in slabosti z okoljskega vidika na življenje okoli RUŽV.

Prednosti	Slabosti
- pri načrtovanju in izgradnji rudnika je bila – za tedanje čase – precejšnja pozornost posvečena ukrepom za preprečevanje in zmanjševanje okoljskih tveganj;	- izgradnja rudnika je prizadela enega od najlepših predelov v Poljanski dolini – dolino Brebovnice in Žirovski vrh pod Zalo;
- izgradnja in obratovanje rudnika sta povzročila višjo stopnjo okoljske osveščenosti – tako v lokalni skupnosti, kot tudi širše v Sloveniji;	- povečana okoljska tveganja, ki do tedaj sploh niso bila prisotna;
	- rudnik je kljub ukrepom pomenil stalno nevarnost za vodno okolje;
	- povečalo se je tveganje zaradi prevoza nevarnih snovi po cesti;
	- visoki okoljski stroški sanacije rudnika;
	- (pre)majhna osveščenost zaposlenih je lahko pomenila zdravstveno tveganje za njih, posredno pa tudi za člane družine.

Vir: Pavel Gantar, 2000.

Prostorski vidiki

Tabela 4: Prikaz prednosti in slabosti s prostorskega vidika na življenje okoli RUŽV.

Prednosti	Slabosti
- razvoj lokalne infrastrukture;	- povečujejo se konflikti v zvezi z rabo prostora; primer stanovanjska gradnja na Blatih v Gorenji vasi;
- večja izraba poslovnih stavb in stanovanjskih zgradb;	- izgradnja za lokalne razmere prostorsko ekstenzivne »mega-infrastrukture« v Todražu je prekinila možnosti za razvoj kmetijstva in turizma;
- gradnja novih stanovanj tudi za domačine;	- razvoj lokalne komunalne infrastrukture je zaostajal za razvojem rudnika;
- nova prometna infrastruktura za povezavo rudnika in kraja s širšo skupnostjo; daleč najbolj pomembna je obnova in rekonstrukcija ceste Škofja Loka - Gorenja vas.	- predčasno zapiranje rudnika je zaustavilo razvoj nujno potrebne infrastrukture.

Vir: Pavel Gantar, 2000.

Socialno-razvojni vidiki

Tabela 5: Prikaz prednosti in slabosti s socialno-razvojnega vidika na življenje okoli RUŽV.

Prednosti	Slabosti
- dvig življenjskega standarda, tako neposredno za tiste, ki so bili zaposleni v rudniku, posredno pa tudi za ostale;	- opazno socialno razslojevanje, čeprav ne v smislu ostrih razrednih razlik;
- priložnosti za izobraževanje, večja izbira poklicev, večje karijerne možnosti, predvsem za mlade;	- priseljevanje tuje delovne sile;
- hitrejši razvoj institucij družbene blaginje: nova šola, vrtec, knjižnica;	- večje možnosti socialne anomalije;
- hitrejša stanovanjska gradnja, ugodna posojila, nasploh večja stopnja socialne varnosti.	- zaposleni z visoko izobrazbo stanujejo zunaj kraja (Gorenja vas, Poljane) – v Škofji Loki, Ljubljani, Kranju;
	- ogrožene nekatere kmetije na Žirovskem vrhu pod Zalo; prekinjene možnosti razvoja kmečkega turizma;
	- enopartijski sistem z močnimi disciplinskimi mehanizmi lokalni politični eliti ni dopustil, da bi dosledno uveljavljala lokalne interese.

Vir: Pavel Gantar, 2000.

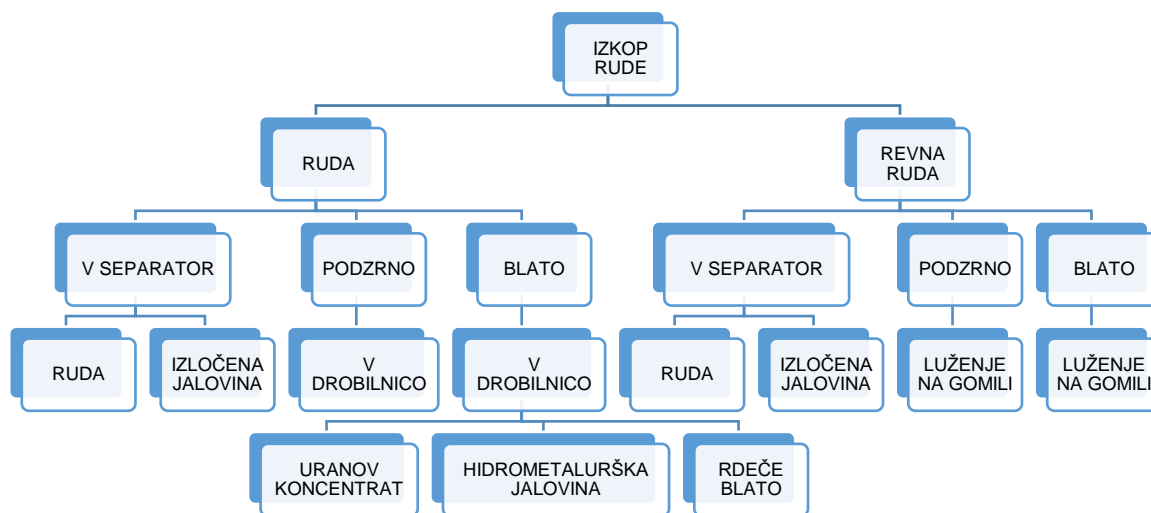
3.6. Predelovanje rude v »rumeno pogačo«

Rudo so začeli pridobivati leta 1982, uranov koncentrat pa leta 1984. V tem času so preizkušali različne zasnove in tehnologije, pri katerih sta bili glavni dilemi tip izluževanja in način rokovanja z odpadki. Končna izbrana tehnologija je imela sledeče faze:

- a) Drobljenje – čeljustni in rotacijski čeljustni drobilnik.
- b) Mletje – moker palični mlin, v katerem se je uporabila reciklirana tehnološka voda.
- c) Ekstrakcija – v prvi stopnji se je porabila odvečna kislina, v drugi pa je iz zgoščevalnika prešla v postopek bistrenja in nato v ekstrakcijo. Pri ekstrakciji so dodajali žveplovo kislino in natrijev klorat za oksidacijo ter paro. S tem so zagotovili raztapljanje urana pri nizkem pH in povečali izkoristek na 91 do 93 odstotkov izločanja urana iz rude.
- d) Horizontalna vakuumska filtracija – razmerje uporabe izpiralne vode je bila okoli ena tona vode na tono rude. Namen spiranja je bilo pridobiti čim več urana iz ostanka prejšnjega postopka. Filtrna pogača se je prevažala iz začasne deponije na odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt. Preostanek kisle raztopine so črpali nazaj na prvo stopno ekstrakcije.
- e) Obarjanje so izvajali z amonijakom. Ker je amonijak strupen za vodno bioto, so ga iz raztopine izločevali z dodajanjem apna pri povišani temperaturi. Nastalo odpadno sadro so poslali nazaj v postopek ekstrakcije. Koncentrat urana se je ločil od matične kisle raztopine, izpral na centrifugi in izsušil v etažnem sušilniku. Končni produkt U_3O_8 so polnili v sode.
- f) Čiščenje rafinata – dodajanje apna in oksidacija železa, pri katerem se je rafinat najprej zgostil in nato filtriral. Oborino so odlagali skupaj z jamsko jalovino na odlagališču Jazbec. Očiščeni rafinat so vračali nazaj v proces kot tehnološko vodo.
- g) Odlaganje hidrometalurške jalovine – izvajalo se je na posebnem odlagališču v skladu s postopki preprečevanja onesnaženja podzemnih in površinskih vod (Stergaršek v Florjančič, 2000).

Suh in zdrobljen uranov koncentrat so zunaj rudnika transportirali v standardnih 210-litrskih sodih z ojačenim dnom in pokrovom, ki so bili naloženi v kontejnerje. Takšen način pakiranja so določali mednarodni predpisi za transport radioaktivnih snovi in zahteve tovarn za konverzijo uranovega koncentrata (Logar v Florjančič, 2000). Prodajo koncentrata za konverzijo je organizirala služba za gorivo Jedrske elektrarne Krško. Za vsak prevoz je bilo potrebno dovoljenje Republiškega sekretariata za zdravstvo. Rudnik je sodeloval pri prevozu z izvedbo meritev možne kontaminacije in posredovanju v primeru prometne nesreče. Na pomembnejših in bolj rizičnih območjih je prevoz spremljala policija (Logar v Florjančič, 2000).

Tabela 6: Poenostavljena shema proizvodnje RUŽV s kapaciteto 120 t U₃O₈ in radiometrično separacijo.



Povzeto po: Bernik, Florjančič, 1998.

3.7. Varnost zaposlenih

Največje tveganje za zaposlene v rudniku, še posebej v jami, so predstavljali radioaktivni plin radon in njegovi izotopi, zunanje žarčenje, radioaktivni prah, škodljivi plini, ki nastajajo pri razstreljevanju, respirabilni mineralni prah in izpušni plini pri delu dizelskih motorjev (Beričič v Florjančič, 2000).

Za zaposlene je bil ob začetku proizvodnje uranovega koncentrata izdelan priročnik za zagon in obratovanje posameznih tehničnih in tehnoloških sklopov ter priročnik za usposabljanje delavcev. Pripravljena so bila navodila za varno uporabo in obratovanje. Srednjetečni kader in delavci predelovalnega obrata, ki niso imeli potrebnega znanja o predelovanju uranove rude, so morali opraviti potrebno usposabljanje (Logar v Florjančič, 2000).

3.7.1. Posamezne prepoznane nevarnosti zaposlenih v rudniku urana Žirovski vrh in glavni predvideni preventivni ukrepi

Možnost nenapovedanega, nenadnega izpada hribine s stropa, stene oziroma čela

Miniranje so izvajali, ko zaposleni niso bili prisotni v jami. Postopek podpiranja in zaščite rova je bil prilagojen glede na geomehanske razmere (Priatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Razstrelilna sredstva

Izvajali so ločeno skladiščenje razstrelilnih sredstev. Imeli so določene omejitve pri ravnanju (prevoz, prenos, polnjenje) in nadzor pred razstrelitvijo in po njej (tokokrog in ostanki) (prav tam).

Silicijev dioksid – SiO₂

Urejeno je bilo dovajanje čistega zraka ter odsesavanje onesnaženega iz proizvodnih procesov in jame. Kjer je bilo to možno, so uporabljali mokro tehnologijo, kjer to ni bilo možno, pa odsesavanje in mokro pranje pred izpustom v okolje. V času miniranja (posledično sproščanje SiO₂) zaposleni niso bili v jami (izvajali so ob koncu izmene in v času malice, ko so se zaposleni umaknili v jamsko jedilnico ali iz jame). Predvidena je bila tudi uporaba ustrezne osebne varovalne opreme (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

V začetku delovanja rudnika ni znanih zapisov o uporabi vode pri vrtnanju minskih vrtin in močenju odstreljenega materiala pred nakladanjem (prav tam).

Poleg tveganja izpostavljenosti prahu je bila v drobilnici problematična tudi izpostavljenost SiO₂. V prostoru sta se uporabljala dva vzorčevalnika prahu. Zunaj nadzorne sobe so zaposleni morali ves čas nositi respirator, v nadzorni sobi pa je bil zagotovljen stalen dotok zunanega zraka (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Do leta 1965 se je pri izdelavi podzemnih rogov uporabljalo le naravno zračenje (prav tam). Pozneje so vgradili ventilatorje, ki pa so glede na pogoje v rovih dosegali slabše rezultate. Sevalna obremenitev rudarjev se je v teh letih gibala na današnji meji dopustne. Septembra leta 1979 so bili v ustju podkopa P-10 vgrajeni štirje novi ventilatorji. Od takrat dalje so se razmere toliko izboljšale, da v rudniku ni bilo več zaznati resnih problemov zagotavljanja radiološko sprejemljivih pogojev delovne atmosfere. Z napredovanjem odkopavanja se je pretočnost zraka ob obstoječi ventilaciji zmanjšala. Posledično se je ponovno povečala koncentracija radona v jamskem zraku (REF).

Ionizirajoče (IO) sevanje

Zagotovili so dovod čistega zraka ter odsesavanje onesnaženega iz proizvodnih procesov in jame. Delo v izstopnem zračnem toku je potekalo le izjemoma. Uporabljali so mokro tehnologijo, razen v drobilnici, kjer so izvajali odsesavanje in pranje pred izpustom. Uporabljali so tudi ustrezno predpisano osebno varovalno opremo (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Poleg splošnega pravilnika o tehničnih ukrepih in varnosti pri rudarskih podzemeljskih delih so bili za rudnike urana predpisani še dodatni varstveni ukrepi:

- »odkrivanje navzočnosti, vrste in jakosti ionizirajočih sevanj ter stopnje kontaminacije človekovega okolja,
- določanje pogojev in zahtev, ki jih morajo izpolnjevati jamski objekti oziroma določanje delovnih postopkov pri izvajanju del v zvezi z raziskovanjem, pridobivanjem in pripravo jedrskih mineralnih surovin,
- izboljšanje zračenja v vseh dostopnih podzemnih prostorih z ozirom na radon in radioaktivni prah.« (Beričič v Florjančič 2000, str. 90)

Zaradi vseh teh nevarnosti, še posebej nevarnosti radona in njegovih izotopov, ki so močni sevalci alfa delcev in ob vdihavanju lahko karcinogeni, je bila prioriteta zračenja v rudniku čim hitrejše odstranjevanje radona iz jame, preden doseže nevarno koncentracijo za delavce. Na podlagi poročil iz Instituta Jožef Stefan o radioaktivnosti v rudniku so lahko določili parametre zračenja. Mednarodna komisija za radiološko zaščito je v času delovanja rudnika ugotovila, »da je edini uspešni ukrep za zagotavljanje primernih delovnih pogojev v rudnikih urana, dovajanje zadostne količine svežega in čistega zraka.« (Beričič v Florjančič 2000, str. 91). Služba varstva pred ionizirajočimi sevanji v RUŽV je redno izvajala monitoring Radona-222 in njegovih kratkoživečih izotopov (Beričič v Florjančič, 2000).

Zakonodaja na področju varstva pred sevanji je skozi leta doživljala številne spremembe, s katerimi so se mejne vrednosti onesnaževal generalno nižale. Glavne spremembe so se zgodile leta 1965, 1977 in 1984. Leta 1987 pa so bile uzakonjene smernice Mednarodne agencije za jedrsko energijo (IAEA), Mednarodne zdravstvene organizacije (WHO) in

Mednarodne organizacije dela (ILO) (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000). Prve opravljene meritve na Žirovskem vrhu so potekale leta 1961 (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000). Leta 1980 pa je RUŽV v ustanavljanju formiral lastno Službo varstva pri delu, ki je do konca leta pridobila tudi ustrezno opremo in dovoljenja za opravljanje meritev radona, koncentracije njegovih izotopov in beta/gama površinske kontaminacije (prav tam).

Prejete doze zaposlenih v jami Žirovski vrh so začeli meriti in izračunavati leta 1969. Od leta 1970 dalje so jih izračunavali mesečno, trimesečno in letno. S tem so lahko nadzorovali prejete doze posameznega delavca in ga v primeru preseganja premestili na manj kontaminirano mesto ali na delovno mesto zunaj jame (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000). V letu 1971 so začeli izvajati obvezna predavanja za zaposlene o nevarnostih ionizirajočega sevanja, na katerih je vsak delavec prejel tudi pisna interna navodila (prav tam). V letu 1980 so določanje prejetih doz rudarjev izboljšali z uporabo moluminiscentne gama dozimetrije, v primerjavi s prej manj natančnimi filmskimi gama dozimetri (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000). Poleg rednega zdravstvenega nadzora delavcev so izvajali tudi občasne dodatne specialistične preglede skupin in posameznikov (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Saje izpušnih plinov iz dizelskih motorjev

Za zmanjševanje škodljivih učinkov so redno izvajali zračenje delovišč, uporabljali vodne pralnike izpušnih plinov in uporabljali motorje z manjšimi emisijami saj. Uporabljali so tudi ustrezno predpisano osebno varovalno opremo (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Za zagotavljanje zmanjšanja vpliva izpuhov dizelskih motorjev so poleg prezračevanja in pranja v skladu s pravilnikom o tehničnih normativih za stroje z dizelskimi motorji uporabljali le nafto, ki je vsebovala manj kot 0,5 % žvepla. Nekaj delovnih strojev je bilo za zmanjševanje izpustov in povečevanje učinkovitosti opremljenih tudi z električnimi motorji (Beričič v Florjančič, 2000).

Ogljikov monoksid in formaldehidi

Izvajali so zračenje delovišč in uporabljali motorje z manjšimi emisijami ogljikovega monoksida. V času miniranja so bili zaposleni zunaj jame. Uporabljali so tudi ustrezno predpisano osebno varovalno opremo (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Nitrozni plini

V času miniranja so bili zaposleni zunaj jame (ob koncu izmene, v času malice, ko so se zaposlenimi umaknili v jamsko jedilnico ali iz jame) (prav tam).

Hrup separatnih ventilatorjev in jamskih vozil

Na vstopnih in izstopnih mestih zraka so uporabljali dušilce zvoka. Uporabljali so tudi ustrezno predpisano osebno varovalno opremo (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Vibracije

Sprotno so ravnali transportne površine in uporabljali daljinsko vodena vrtna kladiva (prav tam).

Prepih

Predpisano hitrost zraka znotraj jame so omejevali pod 4 m/s in uporabljali ustrezno predpisano osebno varovalno opremo (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Stik z električno napetostjo

Nameščeno so imeli zaščito za dotik delov pod napetostjo. Kjer je bilo mogoče, so uporabljali nižjo napetost. V primeru poškodb električnih vodnikov so izvajali varovanje (prav tam).

Uranov koncentrat

V času sušenja uranovega koncentrata so prostor s sušilnikom redno prezračevali, prali površine in vzdrževali podtlak. Pline, ki so nastajali pri tehnoloških postopkih, so redno odsesavali (prav tam).

Kemične snovi in eksplozivne tekočine ter plini

Te snovi so skladiščili na poseben način. Za eksplozivne tekočine in pline so izvedli ukrepe za predpisana »S« območja in uvedli posebne postopke za prevoz, pretakanje in pripravo (prav tam).

Požarno nevarne in jedke snovi

Te snovi so skladiščili na poseben način in izvajali posebne postopke za ravnanje z njimi. Na dovodih v tehnološke procese so redno menjavali cevi (prav tam).

3.7.2. Osebna varovalna oprema

Polobrazna maska – respirator s filtrom

Uporaba je bila predpisana pri postopkih nakladanja jamske izkopenine in zapolnjevanja jamskih prostorov s pomočjo lučalnika ter v drobilnici uranove rude. Filter je bil namenjen zaustavitvi SiO₂, radonovih dolgoživih izotopov ter na trdne delce in aerosole vezanih kratkoživih izotopov ter saj (Priatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Celoobrazna maska s predpisanimi filtri

Uporabljali so jo predvsem pri postopku centrifugiranja, sušenja in pakiranja uranovega koncentrata ter pri vstopu v podtlačno kletko, kjer je bila povišana koncentracija amonijaka (prav tam).

Zaščita pred hrupom

Uporabljali so čepe, antifone, ali kombinacija obeh (prav tam).

Kombinezoni

Uporabljali so jih za delo pri nižjih temperaturah (prav tam).

Podkape in čelade z vizirjem

Do uvedbe zaprtih kabin so jih uporabljali vozniki jamskih tovornjakov (prav tam).

Tuši, izpiralniki za oči oziroma korito z vodo

Uporabljali so jih za pranje in potopitev v primeru stika z jedko tekočino ali v primeru vžiga, na primer delovne obleke. V postopku centrifugiranja, sušenja in pakiranja so bile zraven tudi pomožne garderobe za zaposlene (prav tam).

Evidentiranje podatkov o posameznih prepoznanih nevarnostih zaposlenih in glavnih predvidenih preventivnih ukrepih so se pričeli z ustanovitvijo podjetja RUŽV. Pred tem je bila na podlagi nekaterih zapisov in pričevanj zaposlenih varnost v rudniku mnogo slabša. Osebna varovalna oprema je bila pomanjkljiva. Rudarji pogosto niso bili ustrezno zaščiteni (brez mask, respiratorjev, prezračevanja, razsvetljave).

3.7.3. Nezgode pri delu

Prvo knjigo, v katero so začeli beležiti nezgode pri delu, so vpeljali leta 1974. Podjetje RUŽV je leta 1980 prevzelo redno vodenje knjige, v katero so vpisovali vse nesreče, tudi tiste, ki niso povzročile odsotnosti z dela. Z letom 1982 so zasnovali novo knjigo, v katero so vpisovali le nesreče, ki so povzročile odsotnosti z dela. Izpolniti so morali tudi obrazec Analize nesreč pri delu, ki so ga posredovali na rudarski inšpektorat skupaj z letnim poročilom o varstvu pri delu. Od leta 1974 do leta 1998 so zabeležili 465 nesreč, od tega 16 težjih. Nesreče podizvajalcev so vpisovali posebej v Knjigo nesreč podizvajalcev (Priatelj in sod. v Florjančič, 2000).

3.7.4. Reševalna četa in gasilska služba rudnika urana Žirovski vrh

S predpisi o tehničnih ukrepih in o varnosti pri rudarskih podzemeljskih delih je bilo določeno, da mora v rudniku delovati reševalna služba glede na njegove potrebe. Prvi zapisi o potrebi po oblikovanju reševalne postaje so zabeleženi leta 1968. Realizacija se je začela leta 1979, leta 1980 pa je 12 članov prve reševalne čete RUŽV opravilo potreben izpit (Pisk v Florjančič, 2000).

Naloge reševalne službe so bile:

- »da takoj priskoči na pomoč delavcem v jami, ki so v nevarnosti v primeru eksplozije metana ali premogovega prahu, jamskih požarov ali drugih nesreč v jami,
- da omogoči gibanje in opravljanje neogibnih del v jamskih prostorih, kjer so strupeni, dušljivi in drugi škodljivi plini,
- da na poziv (klic) druge rudarske organizacije priskoči na pomoč s svojimi razpoložljivimi reševalnimi ekipami (skupinami) in z opremo«. (Pisk v Florjančič 2000, str. 233)

Do leta 1990 je bilo izredno posredovanje reševalne čete potrebno dvakrat. Od tega enkrat ob požaru transformatorske postaje in enkrat ob reševanju zasutega vrtnega stroja (Pisk v Florjančič, 2000).

Leta 1983 je bila ustanovljena Gasilska služba RUŽV. Ustrezno usposobljeni gasilci so opravljali neprekinjeno dežurno službo. Pri delih, katerih je obstajala povečana možnost nastanka požara ali razlitja, so opravljali tudi gasilsko stražo. Rudnik je leta 1984 kupil specialno gasilsko vozilo z vso potrebno opremo, sam obrat pa je bil prepreden s hidrantskim omrežjem in stalno zalogo dodatne vode v rezervoarju ter penilom. Zunanji rudniški objekti so bili opremljeni z detektorji ionizacijskih sevanj in ročnimi javljalniki požara, znotraj so bili objekti opremljeni s številnimi različnimi gasilnimi aparati, prilagojenimi glede na možne vire požara (Ambrožič v Florjančič, 2000).

Večjih požarov v času delovanja službe v rudniku ni zabeleženih. Prišlo je do nekaj manjših požarov, ki so jih delavci pogasili sami (Ambrožič v Florjančič, 2000).

3.8. Prenehanje obratovanja

Odločitev o zaprtju rudnika je bila nenapovedana in nepričakovana. Ker vodstvo obrata pri tem ni moglo sodelovati, so se pojavili praktični problemi. V pripravi je bil remont, za katerega so bili deli že naročeni. Naročene so bile tudi nove zaloge kemikalij, porajalo se je tudi vprašanje, kaj storiti tudi z že obstoječimi zalogami (Logar v Florjančič, 2000). Pred samim zaprtjem ni bil pripravljen program sanacije, kakor tudi ne odprava negativnih okoljskih in socialnih posledic,

kar je sicer bilo običajno za druge programe zapiranja rudnikov v Sloveniji, (Gantar v Florjančič, 2000).

Končno odločitev o usodi RUŽV je leta 1992 prinesel Ukaz o razglasitvi zakona o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanju posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh. Konec leta se je RUŽV preimenoval v RŽV, Rudnik Žirovski vrh, p. o., Javno podjetje (Florjančič v Florjančič, 2000). Takrat je podjetje zaposlovalo še 147 delavcev (Florjančič in sod. v Florjančič, 2000).

Na dan začasne ustavitve proizvodnje leta 1990 je bilo v RUŽV zaposlenih 482 delavcev, večino katerih so poslali na čakanje na delo. Leta 1992 je 285 delavcev dobilo odpravnino in zapustilo podjetje (Priatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Zaposleni v rudniku, ki so delali v postopkih raziskav, odpiranja rudišča ter pridobivanja, priprave in predelave rude, so imeli beneficirano delovno dobo. Določena je bila v temeljnem zakonu o pokojninskem zavarovanju (Ur. L. SFRJ, št. 17/68) (Priatelj in sod. v Florjančič, 2000).

3.8.1. Odzivi ob zaprtju rudnika

Direktor RUŽV od leta 1977 do leta 1981, Franc Braniselj, je ob njegovem zaprtju podal kritiko, da bi rudnik lahko do kraja izkoristili: »Zanj smo dali velik denar, imeli smo opremo, znanje in rezultate. Tudi če smo se določili, da bomo rudnik zaprli, bi do dokončnega zaprtja še lahko kopali rudo in jo pridelovali v uranov koncentrat. Ta čas pa bi pripravili vse za zaprtje.« (Franc Braniselj Florjančiču 2000, str. 353).

Direktor RUŽV od leta 1981 do 1989, Dušan Pensa, je zaprtje rudnika označil za povsem politično potezo. Takratno stranko zelenih in medije je obtožil zavajanja javnosti do absurdov, hkrati pa poudaril, da so tehnološke rešitve pri izgradnji RUŽV upoštevale varovanje okolja bolj, kot so to zahtevali strogi mednarodni predpisi (Pensa v Florjančič, 2000). Po pripovedovanju Lea Šešerka (2. decembra 2020) so sklep o zaprtju rudnika sami sprejeli takratni predsednik vlade Lojze Peterle, finančni minister Marko Kranjec in podpredsednik za gospodarstvo Jože Mencinger. Razlog za sprejem sklepa o zaprtju je po njegovih besedah odločitev o prenehanju financiranja polovice stroškov za obratovanje rudnika iz strani Hrvaške, saj je hrvaška vlada odločila, da ne bo več sofinancirala polovice stroškov za RUŽV, ampak uran kupovala na londonski borzi po trenutni tržni ceni, ki je bila nižja od stroškov potrebnih za obratovanje RUŽV. Šešerka je po njegovih besedah Peterle po telefonu vprašal, če bi bil pripravljen iti zapreti rudnik. Predvideva, da so v krogu, ki je sprejel sklep o zaprtju rudnika predvidevali, da se bo jeza nekaterih usmerila proti Zelenim, ne pa proti resničnim akterjem zaprtja. Šešerko, ki je bil podpredsednik za okoljske zadeve, ni bil pred tem niti seznanjen s težavami financiranja RUŽV, niti ni bil povabljen na sestanek, kjer so v vladi o tem odločali (Šešerko, 2020).

Peterle, Kranjec in Mencinger so po pripovedovanju Šešerka pravilno sklepali, da bo pripravljen oditi v rudnik in izvesti sklep o zaprtju. Že takrat je vedel za porast števila rakastih obolenj pri rudarjih. Akterji zaprtja pa so pričakovali, da bo 'krivdo' za zaprtje nosila stranka Zelenih. Prav takšen scenarij se je po njegovih besedah deloma uresničil. Stranka zelenih je bila takrat mnenja, da je zaprtja rudnika pozitiven korak. Vendar je šlo za mehko zapiranje, čeprav se je zgodilo od danes na jutri. Večina rudarjev je dobila finančno pomoč za odprtje svojih podjetij, deloma pa so se upokojili. Nekateri pa so bili še naprej zaposleni pri zapiralnih delih rudnika in pri sanaciji za preprečitev ekološke škode kot posledice rudnika. Brezposelnosti delavcev zaradi zaprtja ni bilo (Šešerko, 2020).

Šešerko je še dodal, da je ob vsem tem malo verjetno, da nekdanji direktor rudnika Pensa, ki je javno valil krivdo za zaprtje RUŽV na Zelene, v resnici ni bil seznanjen, kako in kdo je v resnici sprejel sklep o zaprtju rudnika in kako trdni so bili narodno finančni, ekološki in zdravstveni razlogi zanj (Šešerko, 2020).

Direktor RUŽV ob zaprtju, Marjan Uršič, je takrat večkrat komentiral le: »Tako se ne zapira niti kamnolom.« (Uršič v Florjančič 2000, str. 366) Tega načina zapiranja ni razumel. O tej fazi delovanja rudnika ni podal dodatnih zapisov ali komentarjev (Florjančič, 2000).

Delavci Zdravstvenega doma Škofja Loka so leta 1993 na javnost naslovili apel proti nameravanemu odlaganju radioaktivnih odpadkov v rudniku samem. Pri tem so izpostavili ogroženost škofjeloških otrok. Možnost deponiranja radioaktivnih odpadkov je RUŽV iz geoloških, hidroloških in ekoloških razlogov zavrnil že leta 1985 (Florjančič in sod., 2000).

3.8.2. Možne alternative uporabe rudniške infrastrukture

Pojavljali so se različni koncepti sanacije jalovišč in različni pogledi o namembnosti jamskih prostorov in rogov. Ena izmed idej je bila tudi prestrukturiranje rudnika v skladišče nevarnih odpadkov ali celo skladišče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov. Temu predlogu so se lokalni prebivalci uprli, kar se je izkazalo tudi za upravičeno, saj bi se kraj soočal z novimi okoljskimi tveganji, skladiščenje v »mokrih« rogovih pa bi zahtevalo tudi velika finančna sredstva. Otežen bi bil tudi njihov monitoring (Gantar v Florjančič, 2000).

Raziskave in razvoj rudnika so po zaprtju usmerili bolj v geotehnično, hidrološko in okoljevarstveno problematiko. Presežek zaposlenih naj bi se usmeril v podjetniško naravnano in potencialno v ekološko smer. Junija 1990 so poskušali organizirati notranje podjetništvo (Florjančič, 2000).

Leta 1990 sta bili Komiteju za raziskovalno dejavnost in tehnologijo posredovani dve raziskovalni nalogi za leto 1991:

- »Organiziranje geoloških servisov po občinah v Republiki Sloveniji in
- Raziskave nahajališč apnenca in dolomita za pripravo kamenega agregata na širšem območju RUŽV« (Florjančič 2000, str. 205).

Takrat najbolj ambiciozen in realen projekt za predelavo in skladiščenje posebnih odpadkov je podalo mednarodno konzultantsko podjetje FCI Fischer iz Münchna. Občina Škofja Loka je takrat temu programu nasprotovala in se ni strinjala tudi z morebitno selitvijo obrata LTH OL iz Vincarjev v Todraž (Florjančič, 2000).

Razmišljali so tudi o pretvorbi obstoječega laboratorija v samostojen zavod na področju okoljskih analiz, diagnostike in monitoringa, ki bi lahko deloval na področju Slovenije in tudi širše (Gantar v Florjančič, 2000).



Slika 5: Ena redkih stavb (ob vhodu P-10), ki v postopku zapiranja rudnika ni bila porušena, sedaj v lasti Ministrstva za obrambo Republike Slovenije.

Foto: M. Velikanje, 2019.

4. RUDNIK ŽIROVSKI VRH, JAVNO PODJETJE ZA ZAPIRANJE RUDNIKA URANA, D. O. O.

Podjetje Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika, d. o. o., je bilo na podlagi Uredbe o preoblikovanju Rudnika Žirovski vrh, javnega podjetja za zapiranje rudnika urana, p. o., v Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d.o.o., sprejete 27. septembra 2001, ustanovljeno z zadolžitvijo za zaprtje in vodenje ekološke sanacije posledic rudarjenja uranove rude v njem.

4.1. Namen in naloge podjetja

»Poslanstvo podjetja obsega naslednje naloge:

- načrtovanje in izvedba zaprtja objektov rudnika,
- načrtovanje in izvedba trajnega zavarovanja okolja pred posledicami izkoriščanja uranove rude,
- izvajanje nadzora nad vplivi na okolje in na ljudi
- izvajanje upravljanja saniranih objektov.« (Rudnik urana ... 2020).

Sanacija posledic rudarjenja je obsegala tri dele:

- ekološka sanacija – preprečevanje negativnih vplivov na okolje, vzpostavitev takšnih razmer, da bo na tej lokaciji potencialno možna kakršna koli druga dejavnost in tudi možnost renaturacije,
- socialna sanacija – zagotovitev zaposlenim rudnika normalno preživetje in druge možnosti zaposlovanja,
- gospodarska sanacija – da se sanirani prostor rudnika odpre za nove gospodarske dejavnosti (Gantar v Florjančič, 2000).

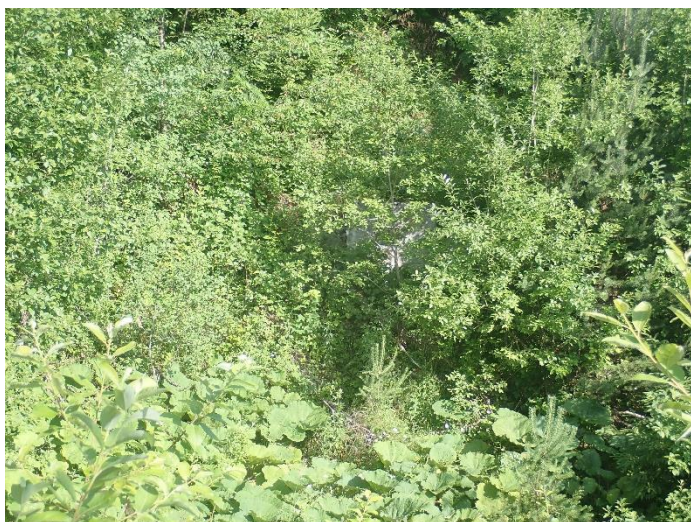
Program sanacije je vključeval tudi nepovratno pomoč Evropske unije in tuje kredite (Gantar v Florjančič, 2000).

4.2. Zaprtje rudnika

Zaradi finančnih zapletov je sanacija območja rudnika potekala počasi. Vse kar je bilo kontaminirano, je bilo prepeljano na odlagališče Jazbec ali v jamo. Po temeljiti kontroli sevanja so bili nekontaminirani deli prodani večinoma kot staro železo. Glavni cilj je bilo vrniti ta del zemljišča rudniku družbi brez omejitev. Torej, da območje ustreza postavljenim omejitvam in zahtevam, ki so jih podali na Zdravstvenem inšpektoratu Republike Slovenije in ki so varne za prebivalstvo. Zaradi pretekle dejavnosti tako nadzor zemljišča med potokoma Brebovščica in Todraščica ni potreben (Logar v Florjančič, 2000).

Poglavitni razlog, da je zapiranje rudnika potekalo počasneje, kot je bilo predvideno, je bilo pomanjkanje sredstev. Do leta 1997 je rudnik prejemal manj kot 50 odstotkov potrebnega denarja. Posledično je bila v sedmih letih opravljena le četrtina potrebnih del. Pozneje je bilo financiranje za določen čas urejeno. Prvi predvideni rok za zaprtje je bil leta 2005. Načrtovani skupni stroški celotnega zapiranja in ekološke sanacije so bili ocenjeni na približno 35 milijonov evrov (Florjančič, 2000).

Jama je zaprta od leta 2006. Odlagališče rudarske jalovine Jazbec je bilo novembra 2015 predano v upravljanje javni službi za ravnanje z radioaktivnimi odpadki ARAO. V tem času je bila zaključena tudi okoljska sanacija odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt (Klemencič v Florjančič, 2019).



Slika 6: Že gosto zaraščen zaprti vhod P-9 (med drevesi je viden betonski čep).

Foto: M. Velikanje, 2019.

4.3. Odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt

Po izluženju in filtraciji uranove rude je ostal spran ostanek – siva jalovina oziroma hidrometalurška jalovina. To je bil vlažen material z velikostjo delcev pod 0,6 mm. Material, sicer podoben mivki, ni tekel prosto in ni bil sipek. Prijemal se je na gradbene stroje in preostalo opremo. Hkrati je bil tiksotropen, kar pomeni, da je pri spreminjajoči se obremenitvi postal

slabo nosilen (kot pasta). Hidrometalurška jalovina je bila po postopku predelave še vedno radioaktivna. Vsebovala je neizlužen uran in njegove razpadne produkte. Zato jo je bilo treba trajno odložiti (Logar v Florjančič, 2000).

Brez hidrometalurškega jalovišča se poskusno obratovanje predelave uranove rude ni moglo začeti. Dovoljenje za uporabo Deponije hidrometalurške jalovine je bilo izdano konec leta 1984 (Logar v Florjančič, 2000). Obratovanje jalovišča je bilo prekinjeno leta 1990, zadnja jalovina pa je bila odložena leta 1991 (Logar v Florjančič, 2000).



Slika 7: Odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt danes.

Foto: M. Velikanje, 2019.

Izbira lokacije

Lokacija je bila izbrana z namenom, da bi se zaradi izhajajočega radona zmanjšal vpliv na okolje. Tako je med drugim lokacija odlagališča Boršt nad mejo temperaturne inverzije (Logar v Florjančič, 2000).

Na izbiro trajne lokacije odlagališča je vplival tudi varianti izračun doznih obremenitev po zračni in vodni poti v vplivnem območju rudnika za dobo tisoč let. Izračun je bil narejen zaradi potrebe po pridobitvi lokacijskega dovoljenja za trajno ureditev jalovišča. Na izbiro sta bili še dve možnosti. Ena je predvidevala prestavitev celotnega jalovišča v prazne jamske prostore, druga pa celotno prestavitev na jalovišče Jazbec. Na podlagi ocen, izračunov in predvidenih morebitnih izrednih dogodkov, so se odločili, da jalovišče ostane na lokaciji, kjer stoji danes (Rojc v Florjančič, 2000).

Gradnja odlagališča

Do lokacije jalovišča in lovilnega bazena je bila najprej zgrajena pristopna cesta, dolga tri kilometre. Za izgradnjo prvega dela so odstranili humus in zravnali teren. Položili so dve vrsti drenažnih cevi: za drenažo obstoječih izvirov in močil ter za odvajanje vlage in pronicajoče deževnice. Na drenažni sloj so nasuli grob tolčenec iz jamske jalovine. Nanj so položili sloj avtohtonega materiala z nizko vodoprepustnostjo, ki naj bi sčasoma postal vodotesen. Za nadzorno odvajanje pornih vod so položili gumijaste trakove, obložene s filcem. Z buldožerjem so jalovino poravnavali v meter debele sloje (Logar v Florjančič, 2000).

Prevoz hidrometalurške jalovine na odlagališče

Projektno je bilo zamišljeno direktno polnjenje v tovornjake in takojšen odvoz. Zaradi mašenja, zlepljanja materiala in predolgega čakanja tovornjakov so to idejo opustili in vzpostavili začasno deponijo. Prek noči in ob nedeljah so jalovino zbirali na začasni deponiji, katere kapaciteta je zadoščala za nekaj dni obratovanja. Nakladanje in odvoz sta potekala šest dni v tednu (od ponedeljka do sobote), po deset do dvanajst ur v času obratovanja. Odvoz je bil težaven pozimi in v deževnih dnevih. Prihajalo je tudi do utekočinjanja tiksotropnega materiala. Potrebno je bilo redno vzdrževanje, ki je vključevalo predvsem ročno delo (Logar v Florjančič, 2000).

Plaz na Borštu

Eden glavnih razlogov za formiranje plazu je bila izredno velika količina padavin v drugi polovici oktobra leta 1990. Prišlo je do močnega dviga podtalnice, kar je povzročilo dodatne pritiske v območju jalovišča in podlage (Beguš v Florjančič, 2000).

Prostornina plazu Boršt znaša približno tri milijone kubičnih metrov. Od tega je večinski delež hribina. Prostornina hidrometalurške jalovine predstavlja slabo devetino plazu (Beguš v Florjančič, 2000).

Na začetku je plaz drsel s hitrostjo 1–2 milimetra na dan, pozneje pa se je hitrost (še posebej po opravljenih ukrepih) zmanjšala (Beguš v Florjančič, 2000). Drsenje plazu se je povečalo ob vsaki večji količini padavin. Po izgradnji drenažnega rova meritve kažejo na ustavitev plazu. Na nekaterih točkah na površini je bila po izgradnji še vedno zaznana statistična nestabilnost v smeri generalnih premikov (Likar v Florjančič, 2000).

Glavni ukrepi za zaustavitev plazenja zajemajo preprečitev vstopa vode v območje plazu. Leta 1995 je bil za ta namen izdelan drenažni rov, ki seže v zaledno območje plazu. Rov se v zalednem delu razcepi v dva kraka, v katera je s površine izvrtanih 21 drenažnih vodnjakov. Količina vode iz drenažnega rova je v povprečju znašala približno 2 litra na sekundo (Beguš v Florjančič, 2000). Podtalnica se je z izgradnjo drenažnega tunela bistveno znižala v peti plazu, v preostalem delu plazu pa je raven ostala nespremenjena. Nihanje podtalnice se zazna le zaradi vremenskih vplivov (Likar v Florjančič, 2000).



Slika 8: Vhod v drenažni rov.

Foto: M. Velikanje, 2019.

Voda iz odlagališča

Okrog jalovišča (razen v bregu) je bil speljan betonski jarek do lovilnega bazena za bistrenje, iz katerega se je voda prelivala po jarku v Todraški potok. Bazeni je imel prostornino 4000 kubičnih metrov. Narejen je bil iz asfaltne mase. Zaradi čiščenja je bil razdeljen v dve polovici. Pred velikimi padavinskimi površinskimi vodami iz zaledja je bil zgrajen 500 metrov dolg obodni varovalni jašek (Logar v Florjančič, 2000). Ob pomanjkanju tehnološke vode v predelovalnem obratu so vodo povezanega cevovoda dodajali iz bazena. V času obratovanja se je v bazenu samo zasejalo močvirsko rastlinje. K njegovi razraščeni so pripomogle ugodne kemijske razmere v vodi. Čiščenje bazena je potekalo enkrat na leto. Usedlino se je zvozilo nazaj na jalovišče. Svojo funkcijo je bazen zaključil ob trajni ureditvi jalovišča. Njegove ruševine so prepeljali na jalovišče jamske jalovine Jazbec (Logar v Florjančič, 2000).

Največ problemov so v prelivni vodi povzročali amonijakovi ioni, sulfati, kloridi in kalcijev sulfat iz sadre. Radioaktivne komponente so lahko zanemarili. V prvem letu poskusnega obratovanja je bazen zaradi poroznosti asfalta puščal. V letu 1998 so ga popravili z dodatno plastjo bitumenske mase. Bazeni je v vsakem primeru opravljal funkcijo bistrenja površinskih vod jalovišča (Logar v Florjančič, 2000).

Odlagališče po prenehanju obratovanja rudnika

Po prenehanju obratovanja rudnika in zadnjem prevozu jalovine na odlagališče se je vzdrževanje izvajalo do zaključka del. V letih 1994 in 1995 so ga večinoma prekrili z materialom, ki je bil izkopan iz drenažnega rova. S tem se je bistveno zmanjšala erozija površja odlagališča. Dodatne težave je povzročalo drsenje plazov pod jaloviščem, zaradi katerega so se na površini pojavljale razpoke, ki jih je bilo treba zasipati. K zmanjšanju drsenja plazov so pripomogla obsežna geotehnična dela za znižanje ravni podtalnice (Logar v Florjančič, 2000).

4.4. Odlagališče rudarske jalovine Jazbec

V podobnem času kot odlagališče Boršt je bil pripravljen tudi prostor za odlaganje rdeče oborine na jalovišču za jamsko jalovino in revno rudo Jazbec (Logar v Florjančič, 2000).

Količine materiala za odlaganje so se povečale po letu 1979, ko so se začele priprave za proizvodnjo uranovega koncentrata. V dnu grape hudourniškega potoka Jazbec se je s prebojem podkopa P-11 začelo odlagati jamske izkopenine (Rojc v Florjančič, 2000).

Tako kot za odlagališče Boršt so tudi za jalovišče Jazbec morali pridobiti lokacijsko dovoljenje za njegovo trajno ureditev. O pozitivnem sklepu za izdajo lokacijskega dovoljenja je bil rudnik obveščen maja 1999 (Rojc v Florjančič, 2000).



Slika 9: Odlagališče rudarske jalovine Jazbec danes.

Foto: M. Velikanje, 2019.

Odlaganje rdečega blata

Oborino pri ekstrakciji urana so v postopku predelave zgostili v zgoščevalniku in filtrirali na bobenskem filtru. Vlažno pastozno snov rdeče barve so vsipali na tovornjak in prepeljali na jalovišče jamske jalovine Jazbec. Odlagali so jo v točkastih plasteh in prekrivali z jamsko jalovino. Vlaga materiala se je gibala med 60 in 70 odstotki. Pri normalnem obratovanju je nastalo od 15 do 20 ton oborine na dan. Odvažali so jo ves dan in vse dni v tednu (Logar v Florjančič, 2000).

Kljub njegovi urejenosti in večplastnim zaporam iz naravnih materialov bo jalovina, ki je tu shranjena, ostala radioaktivna tisočletja. Zato sta potrebna ustrezen institucionalni nadzor in skrb družbe tam, kjer največjo grožnjo predstavlja delovanje naravnih sil. Pristop in uporaba površine in bližnje okolice bosta ostala omejena (Logar v Florjančič, 2000).

4.5. Intervju z direktorico Rudnika Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d. o. o., Hiacinto Klemenčič

Na vprašanja je direktorica Hiacinta Klemenčič odgovorila prek spletne pošte v obliki Word dokumenta 17. junija 2019.

Miha Velikanje: Rudnik urana Žirovski vrh je kljub že večkrat predvidenemu zaprtju še vedno v postopku zapiranja. Kakšni so razlogi, da rudnik še vedno ni povsem zaprt in katera dela še niso oziroma jih je treba še dokončati?

Hiacinta Klemenčič: Rudnik urana je zaprt, jama je zaprta od leta 2006, odlagališče rudarske jalovine Jazbec je zaprto in je bilo novembra 2015 predano v upravljanje javni službi za ravnanje z radioaktivnimi odpadki ARAO, zaključena je tudi okoljska sanacija odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt. Rezultati meritev kažejo, da so sanacijski ukrepi učinkoviti in delujejo po projektnih pričakovanjih.

V teku sta izdelava enajstih dodatnih piezometrov na območju odlagališča in revizija Varnostnega poročila za odlagališče Boršt. Podjetje, ki ima zapiranje rudnika sicer v nazivu,

izvaja monitoring, nadzor in vzdrževanje odlagališča Boršt ter postopke, ki so potrebni za zaprtje odlagališča in razglasitev objekta državne infrastrukture.

Miha Velikanje: Odlagališči Boršt in Jazbec se nahajata na zelo strmem terenu. Ali odlagališči lahko predstavljata nevarnost zdrsa in posledično onesnaženje navzdol po dolini? Ali so bili izvedeni ukrepi za preprečevanje zdrsa teh odlagališč? Če da, kakšni?

Hiacinta Klemenčič: Odlagališče rudarske jalovine Jazbec je vpeto v skalnata pobočja doline potoka Jazbec. Brežina brez prekrivke je pred izvedbo končne ureditve imela naklon 24° do 27°. Za zagotovitev zadostne varnosti pred zdrsom so obstoječo brežino preoblikovali, tako da so ji zmanjšali naklon. Na vznožju je obloga s kamnitim materialom v naklonu 33°, ostali del brežine ima naklon največ 20°, krona odlagališča pa strešni naklon 4 %. Stabilnost brežine je povečana z omejitvijo dolžine pobočij (brežina je razdeljena na pet etaž višine od 5 do 10 m, med njimi so poti in kamnite mulde), namestitvijo drenaž nad tesnilno plastjo na vznožju brežin in s posebnimi drenažnimi linijami za izboljšanje notranjih pretokov. Tako oblikovana brežina ima večjo varnost pred erozijo meteorne vode. Površina je zatravljena z vrstami, ki zagotavljajo zaščito pred erozijo.

V okviru ureditvenih del na odlagališču Boršt je bil za povečanje stabilnosti odlagališča in zmanjšanje erozijskih vplivov zmanjšan naklon brežin odlagališča na 15°. Izdelan je bil izravnalno-obremenilni nasip, ki je zagotovil stabilno podlago za izvedbo prekrivke in povečuje stabilnost brežine v dinamičnih pogojih. Stabilnostne analize kažejo, da brežine, oblikovane v nagibu 15°, izpolnjujejo zahteve za varovanje brežin pred vodno erozijo in da so faktorji varnosti proti lokalnemu zdrsni jalovišča v statičnih pogojih zadostni in višji od zahtevanih po Eurocode 7.

Miha Velikanje: Ali na območju rudnika in na odlagališčih izvajate monitoring (vode, zraka, prsti)? In če da, katere glavne parametre merite in kako pogosto?

Hiacinta Klemenčič: Monitoring se izvaja po programu, ki je v priponki. Izvaja se torej radiološki, kemijski in geodetski monitoring. Analizirajo se predvsem parametri, pomembni za nadzor stabilnosti in stanja obeh odlagališč, nadzor emisij in nadzor imisij ter ocena dodatne izpostavljenosti sevanju iz nekdanjih rudniških virov (največji je prispevek radona Rn-222 in njegovih kratkoživih izotopov). Nekateri meritve in vzorčenja se izvajajo vsak delovni dan, nekatere tedensko, mesečno, četrletno, polletno oz. letno. Poleg v prilogi navedenega se dvakrat letno izvede precizne geodetske meritve stabilnosti odlagališča Boršt in kontinuirano spremlja premike z GPS sistemom. Nadzirane so vse prenosne poti širjenja radioaktivnosti iz območja RUŽV v okolje: vodna pot (iztok jamske vode, izcedne, zaledne in meteorne vode iz območja odlagališča Boršt) in zračna pot (emisije odlagališča Boršt, zunanje gama sevanje na odlagališču Boršt in ob njem).

Miha Velikanje: Ali izvajate oziroma ste v preteklosti izvajali monitoring (zraka, vode, prsti, rastlin, živali) v širši okolici rudnika, kot so vasi Gorenja Dobrava, Todraž, Dobravšce in Bačne ter širše? Če da, katere parametre ste merili oz. jih merite in kako pogosto?

Hiacinta Klemenčič: Nadzor stanja in kakovosti potokov Brebovščica in Todraščica (kemični in biološki parametri, brez IO sevanja) sta se izvajala že od leta 1977 dalje. V času predelave uranove rude je bil nadzor vod namenjen predvsem tehnološkemu nadzoru, po zaustavitvi rednega obratovanja leta 1990 pa se je nadzor usmeril v ekološko smer. Skladno z zakonodajo se je vsa leta izvajal monitoring jamske vode ter izcednih vod odlagališča Jazbec in odlagališča Boršt, ki poleg kemičnih in fizikalnih parametrov vključuje tudi test strupenosti, vezan na biološko stanje izcednih vod.

RUŽV je v času izvajanja intenzivnega odkopavanja uranove rude v obdobju od 1982 do 1990 v jami za utrjevanje dela odkopanih prostorov uporabljal samo reven beton (dodatek klasičnega cementa), prav tako tudi za utrjevanje dela odprtih odkopov uranove rude v fazi zapiranja jame. Sama jamska kamnina ne vsebuje okolju škodljivih kemičnih snovi (npr. težkih kovin, kot je arzen). Jama je zrakotesno zaprta, iztok jamske vode je omogočen prek sifona.

Na odlagališču Jazbec so odložene izkopske izkopske izkopske izkopske obrata za predelavo uranove rude, rdeča oborina in kontaminirana oprema, ki se ni dala odprodati oz. predelati.

V predelovalnem obratu so se uporabljali H_2SO_4 , amonij in kerozin. Obrat je bil v celoti odstranjen in zemljišče dekontaminirano. Na tem območju je zgrajena poslovna cona Todraž.

Na odlagališču hidrometalurške jalovine Boršt so bili odloženi hidrometalurška jalovina, kontaminiran material dekontaminacije okolice odlagališča in jamska jalovina za utrditev odlagališča.

Po zaključku okoljske sanacije obeh odlagališč se nadzor vpliva rudnika urana v Žirovskem vrhu izvaja po programu nadzora tekočih in plinastih izpustov RUŽV (emisije odlagališč Jazbec in Boršt), programu nadzora podzemne vode v RUŽV in okolju, programu monitoringa odpadnih voda odlagališč Jazbec in Boršt ter iztoka jamske vode, programu nadzora radioaktivnosti okolja RUŽV (nadzor imisij obeh odlagališč) in programu rednega okoljskega monitoringa za dolini potokov Todraščica in Brebovščica.

Monitoring vpliva sevanja iz nekdanjih rudniških objektov na okolje izvajajo Institut Jožef Stefan, Eurofins ERICo Slovenija, Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, lokacija Kranj in Zavod za varstvo pri delu iz Ljubljane. Pooblaščenec izvedenec vsako leto oceni skupno letno efektivno dozo, ki jo prejme prebivalec (odrasli, otrok star 10 let in otrok star 1 leto) v vplivnem okolju rudnika (v dolinah potokov Brebovščica in Todraščica živi skupaj nekaj čez 300 prebivalcev) zaradi sevanja iz virov RUŽV. Skupna letna efektivna doza je za odraslega prebivalca pod 0,1 mSv/leto, zakonska mejna vrednost je 1 mSv/leto, avtorizirana mejna vrednost, določena za RŽV, pa je 0,3 mSv/leto (REF).

5. VPLIVI RUDNIKA URANA ŽIROVSKI VRH NA OKOLJE IN MONITORINGI STANJA OKOLJA

Pred začetkom proizvodnje uranovega koncentrata so obstoječi rudniški objekti okolje obremenjevali le radiološko. »Kot je bilo že rečeno, so rudarske aktivnosti v Žirovskem vrhu pričele obremenjevati naravno okolje šele s pričetkom poskusne proizvodnje uranovega koncentrata.« (Rojc v Florjančič 2000, str. 255) Z začetkom proizvodnje koncentrata so se začeli kopičiti stranski produkti kot sta hidrometalurška jalovina in rdeča oborina. Prvi podatki o organiziranem nadzoru vpliva rudarskih dejavnosti na okolje segajo v leto 1968. Prve znane meritve je opravil Institut Jožef Stefan (Rojc v Florjančič, 2000).

Nadzor

Pred začetkom proizvodnje uranovega koncentrata je Kemijski inštitut Boris Kidrič iz Ljubljane meritve kemičnih parametrov opravljal enkrat na leto. Meritve so izvajali v potokih Brebovščica in Todraščica. Redni nadzor se pred začetkom proizvodnje koncentrata ni izvajal. Nadzor je običajno potekal hkrati z radiološkimi meritvami (Rojc v Florjančič, 2000).

Nadzor nad obratovanjem in delovnimi pogoji je v glavnini izvajala rudarska inšpekcija. Leta 1989 je zaradi nezaupanja javnosti prišla v RUŽV tehnična misija IAEA – International Atomic

Energy Agency. Trije strokovnjaki so pohvalili obratovanje, čistočo in varstvo pred ionizirajočimi sevanji ter majhen vpliv obratovanja na okolje (Logar v Florjančič, 2000).

Tehnična misija iz IAEA je RUŽV obiskala trikrat, od tega enkrat v času delovanja leta 1989 in dvakrat v času izvajanja sanacijskih ukrepov v procesu trajnega zapiranja rudnika (leta 1992 in 1995) (Rojc v Florjančič, 2000). »Na nobenem od teh treh obiskov komisija ni imela pripomb ne na program ne na njegovo izvajanje.« (Rojc 2000 v Florjančič, str. 254)

Decembra 1990 je Republiški sanitarni inšpektorat izdal odločbo, v kateri je zahteval nadzor nad radioaktivnim onesnaževanjem v vplivnem območju rudnika kljub njegovemu prenehanju rednega delovanja. Nadzor po tem programu poteka še danes. Dodane so bile le nekatere nove nadzorne točke. Vzorcevanje izvaja Služba varstva pred sevanj. (Rojc v Florjančič, 2000).

Projekt nadzora vpliva posledic izkoriščanja uranove rude na okolje so leta 1999 izdelali Institut Jožef Stefan, ERICo Velenje in IRGO Ljubljana. Nadzor vpliva je obsegal tako tekoče kot plinaste emisije ter nadzor obeh jalovišč in površin nad jamo (Rojc v Florjančič, 2000).

Delovanje tehnološkega laboratorija na področju okolja

Laboratorij je bil osnovan leta 1982 v sodelovanju z Institutom Jožef Stefan. Del opreme in usposabljanje osebja je financirala tudi Dunajska agencija IAEA (Logar v Florjančič, 2000).

Laboratorij je poleg nadzora tehnološkega postopka predelave uranove rude ter analiz postopka in končnega produkta opravljal tudi analize na področju okolja. Analitski del laboratorija je tako opravljal:

- analize kotlovskih voda,
- nadzor tekočih izpustov v okolje (emisije),
- kontrolo vnosa strupenih snovi v telo (prek analiziranja urina) in
- analize za kontrolo čistilne naprave za jamsko vodo (prav tam).

Poročilo o vplivih na okolje

V letu 1995 je rudnik izdelal poročilo o vplivih na okolje, ki je bilo izpeljano v sklopu izvedbe programa trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja v RUŽV. Služba varstva pred sevanji RŽV je ocenila začetno stanje v vplivnem območju rudnika za leti 1993 in 1994. K tem obremenitvam je dodala obremenitev okolja s sevanjem v času trajnega zapiranja in pričakovano preostalo obremenitev okolja s sevanjem. Pri tem je zaradi izpostavljenosti ocenila tudi pričakovane prejete doze prebivalstva. Na podlagi teh ocen in poročila o vplivih na okolje je Zdravstveni inšpektorat Ministrstva za zdravje določil avtorizirane mejne vrednosti za vse rudniške emisije, ki jih veljavna zakonodaja ni predpisovala (Rojc v Florjančič, 2000).

Med te vrednosti spadajo:

»Jamska voda:

- letno povprečje koncentracije U_3O_8 manjše od 300 $\mu\text{g/l}$,
- letna emisija U_3O_8 manjša od 200 kg,
- letno povprečje sevanja Ra-226 manjše od 60 Bq/m^3 ,
- letna emisija Ra-226 manjša od 50 MBq.

Izcedne vode jalovišča Jazbec:

- letno povprečje koncentracije U_3O_8 manjše od 600 $\mu\text{g/l}$,
- letna emisija U_3O_8 manjša od 100 kg,
- letno povprečje sevanja Ra-226 manjše od 40 Bq/m^3 ,
- letna emisija Ra-226 manjša od 25 MBq.
- vsebnost Th-230, Pb-210 in Po-210 v posameznih vzorcih manjša od 100 Bq/m^3 .

Izcedne vode jalovišča Boršt:

- izcednih voda ne sme biti,
- letno povprečje sevanja Ra-226 v potoku Boršt manjše od 60 Bq/m^3 ,
- letna emisija Ra-226 v potoku Boršt manjša od 50 MBq,
- potrebno je onemogočiti uporabo radiološko in kemično oporečne vode za pitje in napajanje iz vseh odtokov pred izlitjem v potoka Brebovščica in Todraščica.

Avtorizirane mejne vrednosti za plinaste izpuste:

- preprečiti izhajanje radona ($Rn-222$) iz povezav jame na površino,
- povprečna ekshalacija radona iz površin jalovišča Jazbec in nasutij z jamsko izkopnino ne sme preseči mejne vrednosti 0,1 $\text{Bq/m}^2/\text{sek}$,
- povprečna ekshalacija radona iz površin jalovišča Boršt ne sme preseči mejne vrednosti 0,1 $\text{Bq/m}^2/\text{sek}$.

Avtorizirana mejna vrednost za zunanjo obsevanost:

- povprečna hitrost absorbirane doze žarkov gama (v zraku) na rudniških površinah po dokončanju ureditvenih del na višini 1,25 m ne sme preseči 0,2 $\mu\text{Gy/h}$,
- sevanje beta na rudniških površinah po dokončanju ureditvenih del ne sme preseči vrednosti naravnega ozadja.« (Rojc v Florjančič 2000, str. 253, 254).

5.1. Zrak in sevanje

Meteorološki pogoji

Prvi meteorološki pogoji v območju rudnika so bili obdelani leta 1977. Raziskava je bila narejena v okviru priprav za izgradnjo predelovalnega obrata ter za odlagališči Boršt in Jazbec. Študija je na podlagi smeri in hitrosti vetra, neinverzijskega in inverzijskega vremena ter temperature predstavljala odločilne pogoje za izbiro primerne lokacije odlagališča Boršt. Upoštevali so se tudi pri izdelavi programa nadzora okolja ob zagonu predelovalnega obrata (Rojc v Florjančič, 2000).



Slika 10: Vremenska postaja na odlagališču Boršt.

Foto: M. Velikanje, 2019.

Plinasti izpusti in sevanje

Meritve plinastih izpustov so se na obeh ventilacijskih postajah rudnika izvajale vsak mesec. Redno so se izvajale meritve izpusta radona in moč, ki se porabi pri različnih vrtilnih frekvencah motorja. Občasno so se meritve izvajale tudi na izpustu pralne naprave odpraševalnega sistema drobilnice, na izpustu iz mlina izluževanja in na izpustih pralnika v coni A (Rojc v Florjančič, 2000).

Za obdobje enega leta je v letih 1984 in 1985 Zavod za varstvo pri delu v sklopu pogodbe skupaj z Institutom Jožef Stefan izvedel razširjen nadzor radioaktivnosti okolja rudnika urana Žirovski vrh. Zavod za varstvo pri delu je izvedel meritve aerosolov v zraku in zunanje sevanje (gama). Rudnik je pred začetkom izvajanja nadzora postavil šest postaj za kontinuirano vzorčenje aerosolov v zraku. Štiri postaje so bile na podlagi programa nadzora postavljene ob štirih okoliških hišah. Preostali dve postaji sta bili postavljene znotraj območja rudnika: ena na odlagališču Jazbec in druga na odlagališču Boršt. Vse postaje še vedno delujejo (Rojc v Florjančič, 2000).

Z letom 1988 je bila vzpostavljena mreža štirinajstih kontinuirano delujočih postaj, ki so merile radonove kratkožive izotope. S tem so lahko spremljali gibanje radona v dolino Brebovščice. Ugotovljeno je bilo, da se radon giblje hitreje, kot je bilo to predvideno v preteklih letih. Zato so bili ugotovljeni veliko nižji dejanski vplivi od predvidenih. Tako so bile prave doze ocenjene na vrednosti med 0,3 in 0,4 mSv (Rojc v Florjančič, 2000).

Za nadzor radioaktivnosti v vplivnem območju rudnika je bil sprejet tudi ustrezen program. Sprejela ga je Strokovna komisija za jedrsko varnost julija 1984. Program je bil v sklopu dogovora fleksibilen in je omogočal tudi vsebinske spremembe glede na pridobljene rezultate. Poročilo je bilo dokončano maja 1986. Po obravnavi Delovne skupine za radiološke meritve pri Strokovni komisiji za jedrsko varnost je bilo zapisano, da je bila učinkovita ekvivalentna doza na posameznika iz kritične skupine prebivalstva iz okolice rudnika 0,57 mSv. Program so nato v času obratovanja vsako leto ponovili. Nobeno leto učinkovita ekvivalentna doza ni preseгла rezultata iz leta 1985. V letu 1988 so program dopolnili, zato da bi ocenili izpostavljenosti prebivalcev kritične skupine prvotnim naravnim virom sevanja, ki je bilo ocenjeno na 5,5 mSv.

Od tega je največ prispeval radon-222 s svojimi kratkoživimi izotopi – 65 odstotkov. V tej oceni ni bila upoštevana prejeta doza zaradi kontaminacije, ki je bila posledica nesreče jedrske elektrarne v Černobilu. Upoštevana ni bila niti medicinska uporaba sevanj (Rojc v Florjančič, 2000).

Zunanje sevanje

Jamsko jalovino so na začetku izkopavanja uporabljali tudi kot material za nasutje. Služba za varstvo pred sevanji je skupaj z geološko službo v letih 1994 in 1995 določilo območja, kjer je bil takšen material uporabljen za nasutje. Večinoma se je uporabil pri izgradnji okoliških cest. Meritve so opravili tudi na drugih območjih, kot so mesta površinskih in kratkih raziskovalnih vrtin. Leta 1979 je bila uporaba rudniške jalovine zunanjim uporabnikom prepovedana. Prepoved je izdal Republiški sanitarni inšpektorat (Rojc v Florjančič, 2000).

Po prenehanju obratovanja

Ob prenehanju redne proizvodnje se je zračenje jame ustavilo (z izjemo obdobja od marca 1992 do junija 1994). V primerjavi s prisilnim zračenjem je bilo naravno zračenje manj intenzivno (Rojc v Florjančič, 2000).

Konec leta 1990 je bil pripravljen nov program nadzora plinastih izpustov iz rudnika, ki je obsegal tudi kemične analize in merjenje pretoka zraka, kar se v preteklih meritvah ni izvajalo. Zato je pretekle meritve težko primerjati med seboj (Rojc v Florjančič, 2000).

Rudniške emisije z obeh jalovišč, območja P-10 in jame so po prenehanju obratovanja večinoma ostale nespremenjene. Zmanjšale so se le nekatere koncentracije aerosolov v zraku. Od leta 1996 nadzor izvajajo izvajalci na osnovi ponudb prek letnega javnega razpisa, kar je bilo zaradi konkurence dosti bolj ugodno (Rojc v Florjančič, 2000).

Meritve se po programu izvajajo še danes, kot to prikazujeta tabeli 7 in 8.

Tabela 7: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju emisij v zrak – 1. del.

Vrsta in opis meritve	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost vzorčevanja	Pogostost meritev, analiz	Letno število
1. ZRAK					
1.1. Dolgoživi radionuklidi U, Ra-226, Pb-210 zračni filtri (dnevni vzorci) VL gama spektrometrija	Gorenja Dobrava Todraž	trdni delci	kontinuirno črpanje zraka	3-mesečni sestavljeni vzorci	4 4
1.2. Radon (Rn-222)	Srednja vas Gorenja vas Gorenja vas (Vršajn) Dolenja Dobrava Gorenja Dobrava Todraž Pod transportnim trakom Brebovnica Bačenski mlin* Debelo Brdo* Referen. lokacija Ljubljana-Polje	zrak	profil po dolini in višinski profil, stabilni vremenski pogoji – temperaturni obrat (poleti, pozimi)	1. in 2. leto polletno	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
1.2.1. Rn-222 metoda z ogljenimi adsorberji (dvodnevno povprečje) VL gama spektrometrija	Jazbec SV brežina odlagališča, zgoraj Ograja nad vhodom v P-11 Domačija Podlešan Potokar* Kozolec Potokar* Boršt* Boršt zgoraj*			polletno	2 2 2 2 2 2 2 2
				1. in 2. leto	2 2

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

Tabela 8: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju emisij v zrak – 2. del.

Vrsta in opis meritve	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost vzorčevanja	Pogostost meritev, analiz	Letno število
1.2.2. Rn-222 (kontinuirna meritev) metoda z detektorji sledi, 1-3 detektorji/merilno mesto	Gorenja vas	zrak	kontinuirno vzorčevanje	kvartalno	4
	Dolenja Dobrava				4
	Gorenja Dobrava				4
	Todraž				4
	Pod transportnim trakom				4
	SV brežina odlagališča, zgoraj				4
	Brebovnica				4
	Bačenski mlin*				4
Debelo Brdo*	4				
Referen. lokacija Ljubljana-Polje	4				
1. ZRAK BIOINDIKATORJI					
1.3. U, Ra-226, Pb-210 VL gama spektrometrija	Jazbec, neposredna okolica Boršt, neposredna okolica * Todraž/Gorenja Dobrava Referenčna točka (zunaj vplivnega območja rudnika)	lišaji, mahovi (sestavljene vzorec)	sezonsko	sezonsko (jeseni)	1 1 1 1
				5. leto	

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

5.2. Voda

Površinske vode

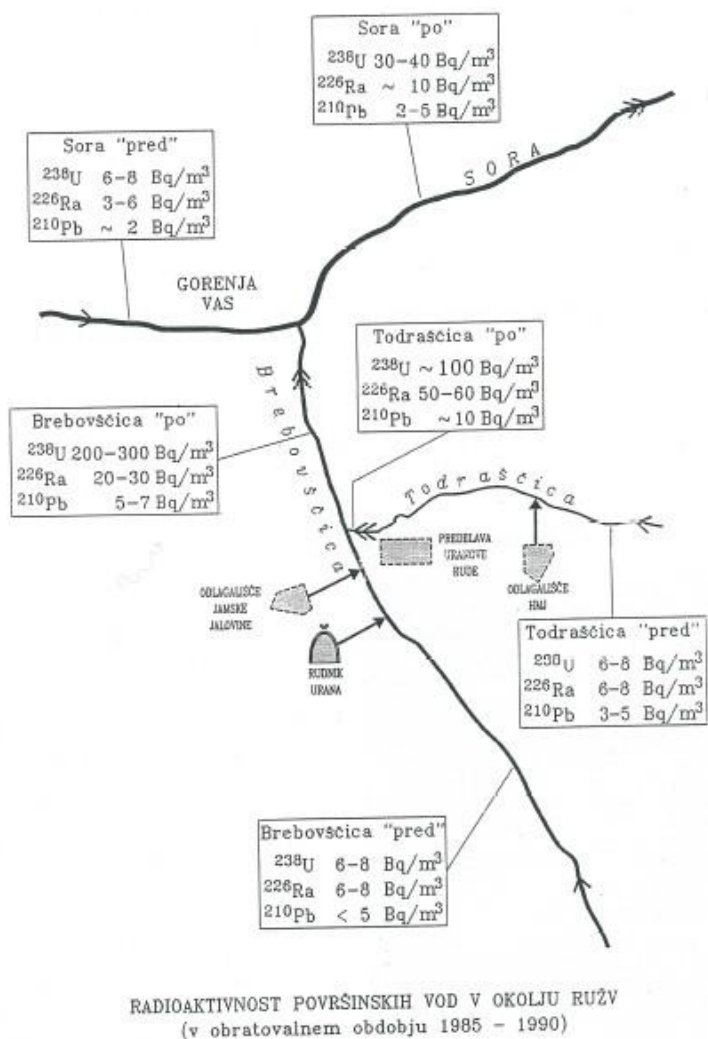
Glavni vodni tok je v določenem vplivnem območju, kjer bi lahko prišlo do vplivov na vodni režim, predstavljal potok Brebovščica, ki se nato zлива v Poljansko Soro. Njena glavna pritoka sta bila potok Zala in Todraški potok. V vplivno območje sta bila umeščena še dva dodatna pritoka Brebovščice: dotok jamske vode na območju P-10 in potok Jazbec (Beguš v Florjančič, 2000).

Relief vplivnega območja je precej strm. Sama sestava kamnin ne vpija velike količine vode. Večina padavin tako odteče po površini ali pa kmalu izvira iz preperinskega pokrova. Količina vode v vseh omenjenih vodotokih močno niha glede na količino padavin (Beguš v Florjančič, 2000).

Zaradi prostorskih potreb za izgradnjo nekaterih objektov je bil del površinskih voda preusmerjen izven njihovih naravnih strug. Največja regulacija je bila narejena na strugi potoka Jazbec, ki sedaj pod jaloviščem v celoti teče po podzemni umetni strugi (Rojc v Florjančič, 2000).

Zbirne mesečne vzorce vode v potoku Brebovščica so začeli zajemati leta 1971 v sklopu pogodbe Geološkega zavoda in Centra za radiološko zaščito – ZZVD-SRS iz Ljubljane. Vzorce so jemali pred sotočjem s kontaminirano jamsko vodo v Brebovščici in po njem ter pred po sotočjem Brebovščice s Poljansko Soro in po njem. Med drugim so merili skupna beta sevanje voda, prisotnost urana in prisotnost radona ter njegovih kratkoživih izotopov (prav tam).

Prva meritev pH in motnosti je bila izvedena leta 1984 na izpustu vhoda P-10. Meritev so bile izvedene v potoku Brebovščica pred vtokom jamske vode in po njem. Vrtanje, miniranje in transport v jami so v potok avgusta tistega leta prispevali okoli 70 ton suspendiranih delcev. Povprečna motnost jamske vode je takrat znašala 1,45 g/l. Do konca leta so se meritve motnosti razširile tudi na preostale rudniške izpuste in Poljansko Soro. Problem motnosti so odpravili z zagonom čistilne naprave za jamsko vodo leta 1987 (Rojc v Florjančič, 2000).



Slika 11: Shematski prikaz radioaktivnosti površinskih voda v okolju RUŽV za potoka Todraščica in Brebovsčica v obratovalnem obdobju 1985–1990.

Vir: Milko Križman, 1992.

Konec leta 1990 je bil pripravljen tudi nov program nadzora tekočih izpustov in vodotokov, ki je obsegal tudi kemične analize in merjenje pretoka vode, kar v preteklih meritvah niso izvajali. Zato je meritve težko primerjati med seboj (Rojc v Florjančič, 2000). Monitoringi voda se tudi po prenehanju obratovanja izvajajo na letni ravni. Tabeli 9 in 10 prikazujeta program monitoringa na področju voda za leto 2019.

Tabela 9: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju voda – 1. del.

Vrsta in opis meritve	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost vzorčevanja	Pogostost meritev, analiz	Letno število
2. VODE – BREBOVŠČICA, TODRAŠČICA IN SORA					
2.1. U-238 raztopljen, specifična radiokemijska analiza	Gorenja Dobrava	voda	dnevno, kontinuirno	mesečno, kvartalno, kompozitum	12 4
1 in 2. leto mesečno 3. – 5. leto kvartalno	Todraščica po*	voda	dnevno, trenutni vzorec	mesečno, kvartalno, kompozitum	12 4
enkratni odvzem	Brebovščica pred Gorenja Dobrava Todraščica pred* Todraščica po* Poljanska Sora pred Poljanska Sora po	voda	enkratno vzorčenje (povprečni pretok)		1 1 1 1 1
				5. leto	1
2.2. Ra-226 raztopljen, specifična radiokemijska analiza	Gorenja Dobrava	voda	dnevno, kontinuirno	mesečno, kvartalno, kompozitum	12 4
1. in 2. leto mesečno 3. – 5. leto kvartalno	Todraščica po*	voda	dnevno, trenutni vzorec	mesečno, kvartalno, kompozitum	12 4
enkratni odvzem	Brebovščica pred Gorenja Dobrava Todraščica pred* Todraščica po* Poljanska Sora pred Poljanska Sora po	voda	enkratno vzorčenje (povprečni pretok)		1 1 1 1 1
				5. leto	1

Opomba: povprečni pretok pomeni pretok v normalnih vremenski razmerah, ki trajajo nekaj časa.

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

Tabela 10: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju vod – 2. del.

Vrsta in opis meritve	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost vzorčevanja	Pogostost meritev, analiz	Letno število
2. VODE – BREBOVŠČICA, TODRAŠČICA IN SORA					
2.3. Pb-210 raztopljen, specifična radiokemijska analiza	Gorenja Dobrava	voda	dnevno, kontinuirno	mesečno, kvartalno, kompozitum	12 4
1. in 2. leto mesečno 3. – 5. leto kvartalno	Todraščica po*	voda	dnevno, trenutni vzorec	kvartalno, kompozitum	4
	Gorenja Dobrava Todraščica po* Poljanska Sora po	voda	enkratno vzorčenje (povprečni pretok)		1 1 1
				5. leto	1
2.4. Po-210 raztopljen, specifična radiokemijska analiza	Gorenja Dobrava	voda	dnevno, kontinuirno	kvartalno, kompozitum	4
	Todraščica po*				-
	Gorenja Dobrava Todraščica po* Poljanska Sora po	voda	enkratno vzorčenje (povprečni pretok)		1 1 1
				5. leto	1
2.5. Th-230 raztopljen, specifična radiokemijska analiza	Gorenja Dobrava Todraščica po* Poljanska Sora po	voda	enkratno vzorčenje (povprečni pretok)		1 1 1
				5. leto	1

Opomba: povprečni pretok pomeni pretok v normalnih vremenskih razmerah, ki trajajo nekaj časa.

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

Padavine

Količino padavin so na širšem območju merili na naslednjih lokacijah:

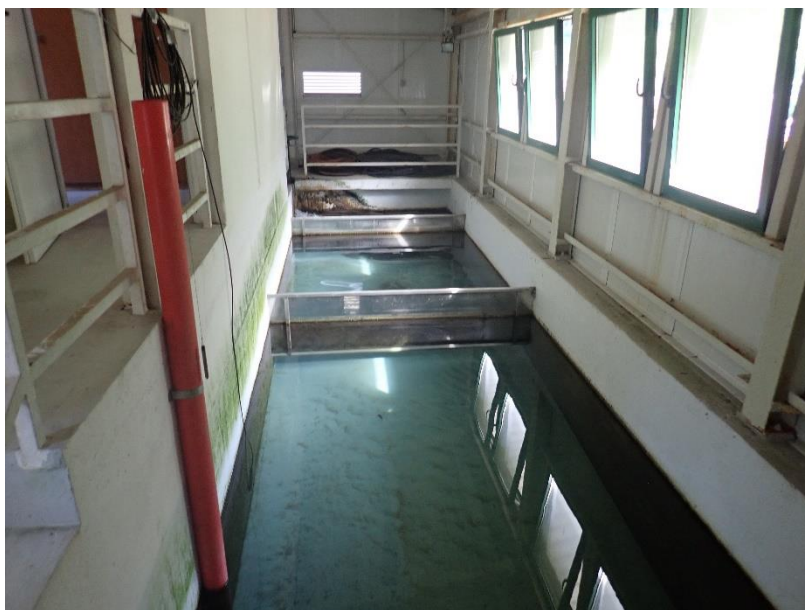
- Lučine,
- Žiri,
- Fužine,
- Poljane in
- Javorje (Beguš v Florjančič, 2000).

Največ padavin so izmerili spomladi in jeseni, poleti in pozimi pa manj. Največji naliv v enem dnevu je bil zabeležen v septembru 1920. Takrat je v Lučinah padlo 341 litrov dežja na kvadratni meter. Hujši nalivi na tem območju so močno vplivali na formiranje obsežnega plazua na območju odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt (prav tam).

Podzemne vode

Največje spremembe režima pretakanja podtalnice so bile zaznane predvsem v jaloviščih, kjer so se pojavile nove ravni vode. Do sprememb je prišlo tudi zaradi izgradnje nekaterih objektov za potrebe rudnika (Beguš v Florjančič, 2000).

Na območju jame so se z izkopanimi rovi pojavile odprtine, kamor se je lahko stekala podtalnica. Tekla je tudi prek orudenih prostorov, kjer je spirala uran. Skoraj vsa jamska voda se izteka iz rova P-10, njena količina pa je 20 do 30 litrov na sekundo. Koncentracija raztopljenega urana se giblje med 200 in 300 qg uranovega koncentrata v gramih na liter. V letu 1993 je jama prispevala 11 odstotkov vsega radija-226, prispevek urana pa je bil 51 odstotkov (prav tam).



Slika 12: Merilno mesto na iztoku jamske vode.

Foto: M. Velikanje, 2019.

Na jalovišču Jazbec je bila glavna voda, ki izvira na matičnem terenu deponije, speljana po dveh plastičnih ceveh do prehodnih prepustov. Plastična cev je sčasoma na več točkah popustila pod težo nasutega materiala in se zamašila s peskom. Posledično je narasla podtalnica, ki je tekla mimo cevi. Pri tem se je močno onesnažila z uranom, lokalno tudi prek 4000 qq uranovega koncentrata v gramih na liter. Skupni iztok potoka Jazbec se meri vsak dan. V letu 1994 je jalovišče v okolje prispevalo 6 odstotkov aktivnosti vsega radija, ustrezní prispevek urana pa je bil 38 odstotkov (Beguš v Florjančič, 2000).

Na območju jalovišča Boršt se je zaradi izgradnje deponije poleg obstoječe podtalnice v podlagi ustvarila še ena raven podtalnice. Z drenažnim sistemom se je spremenil tudi režim pretakanja podtalnice v hribini. Tudi tukaj so nastale težave pri dreniranju vode prek cevi. Voda z deponije naj bi se drenirala po trakovih iz filca, ki pa so se popolnoma zamašili s sigo. Pred zaustavitvijo odlaganja je bilo na odlagališču na različnih višinah izvrtanih 8 vrtin za spremljanje ravni vode. V drenažah je bila voda zelo močno onesnažena z uranom (Beguš v Florjančič, 2000).

V izvrtanih vrtinah, v katerih se spremlja stanje podtalnice in tako določa vpliv objektov rudnika na vodo (piezometri), se meri gladino, temperaturo in električno prevodnost. Iz njih se periodično jemlje vzorce vode za kemične analize. Na območju Žirovskega vrha je takšnih merilnih mest 51 (Beguš v Florjančič, 2000). Junija 2019 so se v času lastnega ogleda odlagališča na območju odlagališča Boršt nameščali še dodatni piezometri. Iz tabele 11 lahko vidimo, da se monitoring podzemnih voda na območju rudnika še vedno izvaja na letni ravni tudi po prenehanju obratovanja.

Tabela 11: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju podzemnih voda.

Vrsta in opis meritve	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost vzorčevanja	Pogostost meritev, analiz	Letno število
2. VODE – PODTALNICA					
2.6. U-238 raztopljen, specifična radiokemijska analiza	Piezometer BS-30 Drmota Mrzlek	voda	letno	letno	1 1 1
2.7. Ra-226 raztopljen, specifična radiokemijska analiza	Piezometer BS-30 Drmota Mrzlek	voda	letno	letno	1 1 1
2.8. Pb-210 raztopljen, specifična radiokemijska analiza	Piezometer BS-30 Drmota Mrzlek	voda	letno	letno	1 1 1

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

Posebna pozornost je namenjena tudi izvajanju monitoringa podtalnice pod odlagališčem hidrometalurške jalovine Boršt, kot to prikazuje tabela 12.

Tabela 12: Program monitoringa RUŽV za leto 2019 na področju podzemnih voda pod odlagališčem hidrometalurške jalovine Boršt.

Vrsta meritve	Meritve in analize	Oblika vzorca	Pogostost	Število vzorcev letno
VODE				
Piezometri odlagališče Boršt BV-2, PP-2, PP-13, PP-17, PP-18, PP-19, PP-20, PP-21, PP-22, PP-23, PP-24, PP-25, PP-26, PP-27, PP-28, PP-29, PP-30, PP-31, PP-32, PP-33, PP-34, GP-4, GP-15, GP-16, GP-17, GP-18, GP-19	uran (raztopljen), T vode, T zraka, pH, elektroprevodnost, raztopljene snovi, SO ₄ ²⁻ , Ca, Cl ⁻ , Mg, K, Na	trenutni enkratni	četrtletno	4/piezometer 1. – 5. leto
Piezometri ob odlagališču Boršt: BV-1, GP-1, GP-3, GP-7, GP- 8, GP-9, GP-10, GP-13	uran (raztopljen), T vode, T zraka, pH, elektroprevodnost, raztopljene snovi, SO ₄ ²⁻ , Ca, Cl ⁻ , Mg, K, Na	trenutni enkratni	četrtletno	4/piezometer 1. – 5. leto
Kontrola delovanja samodejnih meritev	kontrola delovanja in preizkus merilnikov nivoja	trenutni enkratni	četrtletno	4/piezometer 100/leto
Ročne meritve nivoja podzemne vode: poleg vseh zgoraj navedenih piezometrov še V-1, V-2, V-3, V-4, V-5, V-6, V-7, EDP-1, WDP-1 in NBV-11	kontrola delovanja merilnikov nivoja	trenutni enkratni	2 x tedensko	2/piezometer 90/teden

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

Poraba pitne vode v rudniku urana Žirovski vrh

Rudnik je bil priključen na gorenjevaški vodovod. Poraba pitne vode se je gibala med 20 in 50 tisoč kubičnimi metri na leto. Sistem je bil v primeru izpada električne energije podprt z dizelskim agregatom (Logar v Florjančič, 2000).

Zaprta tokokrog tehnološke vode

Največjo težavo je prevelika poraba vode povzročala na tesnilih črpalk. Viške bistre vode so zato na začetku spuščali. Ker sprva niso mogli uporabljati postopka recikliranja amonijaka iz tekočin po obarjanju uranovega koncentrata, je naraščala koncentracija amonijevih soli v krožeči tehnološki vodi, ki so jo izpuščali občasno in kontrolirano (Logar v Florjančič, 2000).

Zaradi večjega vzdrževanja in tehnološke dodelave procesa predelave, so se odločili za izpraznitev delov obrata. V preveliki želji po pospešitvi dela so viške tehnološke vode začeli izpuščati v vodotok. Do izliva v reko Soro so v potoku Brebovščica povzročili pomor rib, zaradi česar je bila izvedena uradna preiskava. Rudnik je ribiški družini izplačal odškodnino. Projektne napake so ves čas poskusnega obratovanja odpravljali. Leta 1986 je Republiški rudarski inšpektorat rudniku izdal odločbo: Dovoljenje za uporabo objektov in naprav predelovalnega obrata (prav tam).

Po prenehanju delovanja zaprtega tokokroga vode je v zadrževalnem bazenu jalovišča Boršt ob padavinah začelo prihajati do prelivanj v odvodni kanal do potoka Todraščica. Morebitni opazni vpliv v vplivnem območju rudnika ni bil opažen, vendar je bil program nadzora prilagojen (Rojc v Florjančič, 2000).

Čistilna naprava za jamsko vodo rudnika urana Žirovski vrh

Čistilna naprava za jamsko vodo je bila zgrajena leta 1986 in redno začela obratovati leta 1987 (Lenart v Florjančič, 2000).

Čiščenje vode je bilo potrebno zaradi njene onesnaženosti s suspendiranimi trdnimi delci, katerih del je bil tudi radioaktiven. Čistilna naprava je uporabljala fizikalne in tudi nekaj kemijskih postopkov. Namen čiščenja je bil mehanski. Kapaciteta naprave je znašala od 40 do 60 m³/h. Kadar je potekalo pranje jamskih vozil, je naprava dosegla pretok tudi do 120 m³/h (Logar v Florjančič, 2000).

V vtočnem bazenu so se iz vode izločali pesek in morebitna olja jamske mehanizacije. Voda je nato prek merilca pretoka in turbidimetra vtekala v prvi mešalnik, v katerega so dodajali koagulant aluminijev sulfat. V prelivu mešalnikov so dodajali flokulant, nato pa v zgoščevalniku premera 25 m izvajali zgoščevanje vsedljivih delcev, katerih goščo so črpali na filtrirno prešo. Goščo so nato odvažali na odlagališče Jazbec. Vtočna voda je vsebovala od 1000 do 2500 mg/l suspendiranih snovi. Ob postopku čiščenja skozi napravo pa je v iztočni vodi znašala v povprečju 10 mg/l (Logar v Florjančič, 2000).

Na iztoku čistilne naprave so poleg pH-ja in motnosti določali tudi kemijsko potrebo po kisiku (KPK), s katero so nadzirali uspešnost njenega delovanja. Meritve preostalih parametrov so dodajali postopoma (Rojc v Florjančič, 2000).

5.3. Nevarne snovi

V času obratovanja je rudnik v večjih količinah uporabljal naslednje nevarne snovi:

- žveplovo kislino,
- tekoči amonijak,
- kerozin,
- natrijev klorat,
- hidratizirano apno,
- kurilno olje,
- dizelsko gorivo (Logar v Florjančič, 2000).

Varstvo pred razlitjem nevarnih snovi

Vsa skladišča tekočih kemikalij in mesta za pretakanje tekočin so bila opremljena z betonskimi lovilnimi pregradami in lovilnimi podtalnimi jamami. Procesna oprema, procesne posode in cevovodi so bili izdelani iz materialov, odpornih na korozijo in abrazijo. Največkrat so bili izdelani iz nerjavečega jekla, gumiranega in plastificiranega jekla ali smole Atlac. Na območjih, kjer se je čistilo posode, opremo in cevovode, ki so vsebovali te kemikalije, so bile zaščitene tudi talne površine, strojna oprema in objekti. Objekti so bili razporejeni glede na tehnološke potrebe delovnih operacij, predvsem glede na požarno in eksplozijsko ogroženost. Tako so bili posamezni objekti umaknjeni od preostalih stavb. Objekti, kot sta skladišče amonijaka in prostor za obarjanje uranovega koncentrata, so bili zgrajeni z inštalacijami v eksplozijsko varni izvedbi (Logar v Florjančič, 2000).

Postopki, pri katerih so bili prisotni odprti viri ionizirajočih sevanj, so potekali v prostorih, ki so glede na delovno atmosfero imeli podtlak, kar pomeni, da so bile vse tehnološke posode pokrite. Kljub temu se je zgodilo, sicer redko, da je v objektih smrdelo po amonijaku iz

tehnološke vode ali pa se je kje prašilo. Običajno se je to zgodilo zaradi okvare na opremi ali zamašitve pretočnih sistemov (prav tam).

Ravnanje z nevarnimi snovmi po zaprtju

Ob zaprtju so izvedli še zadnje obratovanje posameznih sklopov, zato da so očistili kontaminirane tekočine. Spraznili in oprali so izluževalnike in posode za tekočine. Znebili so se večjega dela trdne jalovine v filtraciji. Preostalo organsko fazo v solventni ekstrakciji so oprali z dodatno koncentrirano raztopino sode. Sodo so nato izkuhali in oborili preostali uran, ki so ga mokrega zapakirali, skladiščili in ga pozneje kot manj vrednega prodali. Koncentracijo raztopin amonijevih soli so zmanjšali s pršenjem tekoče faze skozi zrak. Pri pripravi rešitev za te postopke je sodeloval Institut Jožef Stefan, ki je s študijami in simulacijami izganjanja amonijaka iz tehnološke vode ter pranja organskega topila pridobil parametre za nadzor postopka v praksi. V času blokad ob razpadu Jugoslavije so prodali preostale zaloge kemikalij (žveplova kislina, tekoči amonijak in natrijev klorat) slovenski industriji (Logar v Florjančič, 2000).

5.4. Biota

Kemijski inštitut Boris Kidrič je vzporedno s kemijskimi analizami opravljal tudi biološke analize v potokih Brebovščica in Todraščica. Do konca leta 1980 je bil potok Brebovščica po vtoku jamske vode na podlagi kakovostnega reda po Liebmannu uvrščen v I. kakovostni razred. Enako oceno je prejel tudi pred izlitjem v reko Soro. Z leti se je kakovost vode začela slabšati. Glavna razloga sta bila povečana kalnost ter opazno povečanje količine peska in mivke na prodnikih. Leta 1983 je bil potok Brebovščica biološko tako močno osiromašen, da ga ni bilo več možno uvrstiti v noben razred. Po zagonu čistilne naprave se je stanje začelo izboljševati. Do junija 1990 se je stanje v obeh potokih izboljšalo za pol oziroma cel kakovostni razred (Rojc v Florjančič, 2000). V tabeli 13 je prikazano izvajanje monitoringa določenih parametrov v omenjenih potokih za leto 2019.

Po letu 1972 so se začele opravljati analize lišajev, poljskih pridelkov, sadja in rib. (Rojc v Florjančič, 2000).

Tabela 13: Program monitoringa radioaktivnosti RUŽV 9 sedimentov v potokih Brebovščica in Todraščica ter v reki Sori za leto 2019.

3. SEDIMENTI – BREBOVŠČICA, TODRAŠČICA IN SORA					
3.1. U – specifična VL gama spektrometrija	Gorenja Dobrava Todraščica po* Poljanska Sora po (Žabja vas) Jazbec (odvodni kanal) Zahodni Boršt potok	sediment	kontinuirno polletno vzorčenje	polletno	10
3.2. Ra-226, VL gama spektrometrija	Isto kot v točki. 3.1.	sediment	polletni, enkratno vzorčenje	5. leto	
3.3. Pb-210, VL gama spektrometrija	Isto kot v točki. 3.1.	sediment	isto kot v točki. 3.1.	isto kot v točki. 3.1.	10
3.4. Th-230, VL gama spektrometrija	Jazbec (kanal)	sediment	isto kot v točki. 3.1.	isto kot v točki. 3.1.	10
			polletni, enkratno vzorčenje	polletno	2

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

Biološke analize kakovosti vodotokov

Biološka preiskava leta 1995 je ugotovila naslednje:

- »področje hidrometalurške jalovine (HMJ) Boršt ni vplivalo na kakovost Todraščice,
- jalovišče Jazbec je poslabšalo kakovost potoka Jazbec za kakovostni razred,
- jalovišče Jazbec, rudniške vode (jamska voda) in potok Jazbec so poslabšali kakovost Brebovščice za pol kakovostnega razreda,
- Todraščica nad vplivnim področjem HMJ Boršt in pod njim spada v I.–II. kakovostni razred,
- Brebovščica nad vplivnim območjem jamskega obrata spada v I.–II. kakovostni razred, pod vplivnim območjem v II. kakovostni razred, pred izlivom v Poljansko Soro pa v II.–III. kakovostni razred,
- Poljanska Sora pred izlivom Brebovščice spada v II.–III. kakovostni razred, v Poljanah pa tudi v II.–III. kakovostni razred.« (Rojc v Florjančič, 2000, str. 256)

Biološke analize vodne biote - ribe

Ribe iz potoka Brebovščice in reke Sore predstavljajo v prehrani ljudi le manjši delež. V letu 2005 je bil povprečen ulov iz omenjenih vodotok ocenjen na 5 kilogramov rib na leto. Ob upoštevanju, da vsak posameznik zaužije 5 kilogramov, je ocenjena doza zaradi zauživanja rib znašala 2,9 μ Sv (Jovanovič in sod., 2007).

Program monitoringa na področju vodne biote se še vedno izvaja po predhodno določenem programu, kot je to lahko vidno v tabeli 14.

Tabela 14: Program monitoringa radioaktivnosti RUŽV za leto 2019 na področju vodne biote – rib.

Vrsta in opis meritve	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost vzorčevanja	Pogostost meritev, analiz	Letno število
4. VODNA BIOTA – RIBE					
4.1. Ra-226	Brebovščica (Gorenja Dobrava) Poljanska Sora po (Žabja vas) Selška Sora (referenčna točka)	ribe	1 krat letno	1 krat letno, jeseni	1 1 1
VL gama spektrometrija				5. leto	
4.2. Pb-210	Brebovščica (Gorenja Dobrava) Poljanska Sora po (Žabja vas) Selška Sora (referenčna točka)	ribe	1 krat letno	1 krat letno, jeseni	1 1 1
VL gama spektrometrija				5. leto	

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

Biološke analize hrane – pridelki in krma

Ocena koncentracij Ra-226 in Pb-210 je bilo v živilih iz okolice RUŽV in živilih iz referenčnih lokacij težko oceniti zaradi nizkih koncentracij in velikega razsipanja rezultatov. Vrednosti radionuklidov v vzorcih hrane v okolici RUŽV in na referenčni lokaciji so bile leta 2005 pod mejo poročanja, ki je bila 0,1 Bq/kg oziroma za nekatere vzorce 0,04 Bq/kg. V tem primeru so zato v izračunu upoštevali kot da je bila izmerjena specifična aktivnost 0,1 Bq/kg oziroma za nekatere vzorce 0,04 Bq/kg. Če radionuklida niso izmerili v vzorcu, so privzeli kot da ga v vzorcu ni. Ob vseh omenjenih problemih je končna ocenjena doza opremljena z veliko napako. Zato so podali ocenjeni prispevek k dozi zaradi ingestije hrane kot neenačbo $E < 42 \mu$ Sv (Jovanovič in sod., 2007).

Program monitoringa na področju hrane se še vedno izvaja po predhodno določenem programu, kot je to lahko vidno v tabeli 15.

Tabela 15: Program monitoringa radioaktivnosti RUŽV za leto 2019 na področju hrane.

5. HRANA – PRIDELKI, KRMA					
5.1. Ra-226, VL gama spektrometrija 3 leto mleko 5 leto trava/seno in mleko	Potokar* Jazbec, neposredna okolica Todraž/Gorenja Dobrava Referenčno mesto	mleko trava/seno	sezonsko, enkratni vzorec	sezonsko 3. in 5. leto	3 6 1 + 1
5.2. Pb-210, VL gama spektrometrija 3 leto mleko 5 leto trava/seno in mleko	Potokar* Odlagališče Jazbec (okolica) Gorenja Dobrava Referenčno mesto	mleko trava/seno	sezonsko, enkratni vzorec	sezonsko 3. in 5. leto	3 6 1 + 1

Vir: Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2019.

Biološki monitoring vpliva odlagališč rudniške jalovine Jazbec in hidrometalurške jalovine Boršt – citogenetske raziskave

V letu 2006 je Inštitut za ekološke raziskave ERICo Velenje (sedaj Eurofins Slovenija) po naročilu Rudnika Žirovski vrh, izvedel analizo koreninskih vršičkov smreke in šalotke na devetih lokacijah v neposredni bližini obeh Jalovišč, v njunem vplivnem območju in na referenčnih lokacijah iz preteklih raziskav na tem področju. Smreko in rastline šalotke so uporabili kot bioindikatorja za ocenitev poškodovanosti genetskega materiala. Izračunali so delež poškodovanih kromosomov in delež delečih se celic v mitozih. Z določanjem razmerja med specifičnimi in nespecifičnimi kromosomskimi poškodbami pa so poskusili določiti vzrok genetskih poškodb (ugotoviti vpliv sevanja oziroma akutno delovanje kemijskih onesnažil) (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2008).

Ugotovili so, da sta oba odlagališča s svojim delovanjem vplivala na poškodovanost genetskega materiala in da se je vpliv statistično značilno zmanjševal v oddaljenosti od odlagališč. Največji indeks poškodb (v primerjavi z ostalimi lokacijami in preteklimi raziskavami) so določili v neposredni okolici jalovišča Jazbec. V primerjavi s preteklimi raziskavami v obdobju od leta 1988 do 1992, so ugotovili povečanost poškodovanosti smrek vzorčenih v okolici jalovišč Jazbec, Boršt in Todraž. Na ostalih lokacijah kjer so opravljali analizo, pa so praviloma ugotovili zmanjšano vrednost poškodb (prav tam).

V raziskavi so ugotavljali tudi vplive gozdnih tal na pojavljanje genetskih poškodb, kjer so statistično potrdili soodvisnost med izmerjenimi vrednostmi urana v gozdnih tleh in deležem poškodovanih kromosomov ter deležem delečih se celic v mitozih (prav tam).

Določitev vpliva odlagališč rudniške jalovine Jazbec in hidrometalurške jalovine Boršt na vsebnost izbranih težkih kovin, urana in potomcev njegove razpadne vrste v trosnjakih gliv in gozdnih sadežih

V obdobju od 2005 do 2007, je Inštitut za ekološke raziskave ERICo Velenje po naročilu Rudnika Žirovski vrh v Poljanski dolini izvedel analizo težkih kovin v 122 vzorcih gob in 32 vzorcih plodov jagodičja. Poleg tega so analizirali še specifične aktivnosti radionuklidov v 8 vzorcih gob, 2 vzorcih borovnic in 3 vzorcih mesa srnjadi (Al Sayegh Petkovšek, Pokorny, 2008).

Ugotovili so, da so bile vsebnosti urana v gobah, ki so jih vzorčili v neposredni okolici obeh jalovišč, večje kot na primerjalnih lokacijah. Za vse ostale težke kovine katerih prisotnost so iskali v vzorcih (As, Hg, Cd in Pb) razlik med obema območjema niso dokazali ne v vzorcih trosnjakov gliv in ne v talnih vzorcih. Odstopala je le specifična aktivnost urana v jesenskih gobanih, ki so jih vzorčili v neposredni okolici Boršta in Jazbeca v letih 2006 in 2007. Aktivnost je bila nekajkrat večja kot na referenčni lokaciji, a bi za dejanske ugotovitve potrebovali povečano število vseh tipov vzorcev (prav tam).

Pri nekaterih vrstah gob so ugotovili problematično uživanje le iz vidika vnosa živega srebra (Hg). Pri ostalih težkih kovinah, ki so jih iskali v vzorcih, problematike pri uživanju niso dokazali (prav tam).

Ugotovili so tudi, da gozdni sadeži v Poljanski dolini v primerjavi z vsebnostmi težkih kovin z ostalimi območji v Sloveniji, kot so Zgornja Mežiška in Šaleška dolina (z izjemo Hg) niso onesnaženi (prav tam).

Biološki monitoring vpliva odlagališč rudniške jalovine Jazbec in hidrometalurške jalovine Boršt na okolje

Namen raziskave, ki jo je za Rudnik urana Žirovski vrh opravil Inštitut za ekološke raziskave ERICo Velenje, je bilo ugotoviti vpliv jalovišč Boršt in Jazbec na obremenjenost okolja z uranom. Opravili so primerjavo med vsebnostjo urana v tleh neposredne bližine okolice Boršta in Jazbeca ter izven njunega območja z namenom ocene njegove biorazpoložljivosti in genotoksičnosti.

Vzeli so 18 talnih vzorcev v okolici jalovišč in na referenčnih lokacijah (Gorenja vas in Srednja vas), iz katerih so izbrali 10 reprezentativnih vzorcev.

Na podlagi izluževalnega testa izbranih talnih vzorcev in izvedenega testa za geotoksičnost (Allium testa) so ugotovili, da izmerjene vsebnosti urana neposredno v okolici obeh jalovišč so statistično značilno večje v primerjavi z referenčnimi lokacijami. Vrednost ene lokacije je bila večja od naravnega ozadja, medtem ko v vseh ostalih vzorcih niso dokazali izrazitih odstopanj.

Odkrili so tudi, da je mobilnost urana v tleh Poljanske doline tako majhna, da je tveganje za organizme majno oziroma ga ni.

Močvirja

Na območju rudnika ni nobene stoječe vode. Za potrebe usedanja trdih delcev vode iz odlagališča Boršt je bil zgrajen usedalni bazen, ki je bil po ustavitvi proizvodnje nasut s peskom iz območja jalovišča. Na sipinah so se zaradi majhnega pretoka vode in primerne globine zarasle močvirske rastline, kot sta navadni trs in širokolistni rogoz (Beguš v Florjančič, 2000).

Gozdovi

Gozdovi v okolici rudnika so utrpeli hude poškodbe, najprej leta 1985 po hudi pomladanski pozebi, nato pa še leta 1986 zaradi pojava bukovega rilčkarja. Kot posledica tega so bili drevesni listi rjavo ožgani oziroma rjavo obarvani. Po mnenju nekaterih je bil vzrok za tedanje prizadetost gozdov rudnik. Kot vzrok pa so navedli transport in uporabo žveplove kisline, ki se je uporabljala v postopku predelave. Njihovi sumi so bili strokovno ovrženi (Rojc v Florjančič, 2000).

5.5. Zdravje

Zdravje zaposlenih

Prve temeljitejšje zapise o zdravstvenih pregledih je možno zaslediti od leta 1961 dalje, ko je v Gorenjo vas dvakrat na leto prihajal dr. Hajdukovič s svojo dokaj številno in dobro opremljeno medicinsko ekipo iz Inštituta za medicino dela in radiološko zaščito iz Beograda. Tam so opravljali dokaj obsežne in temeljite preglede vseh delavcev (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Opravljali so obsežne preiskave, med njimi tudi:

- določanje 210-Po in 210-Pb v laseh in urinu,
- 222-Rn v izdihanem zraku,
- določanje kromosomskih aberacij,
- citološke preglede izluščenih bronhialnih celic v izpljunktih (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Izvajali so tudi laboratorijske poskuse na živalih, ki so vdihavale z radonom-222 in silicijevim prahom obogaten zrak (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Za delavce sta bila obvezna dva sistematska pregleda na leto. Do jeseni leta 1981 so pregledi delavcev, ki naj bi delali z viri IO-sevanj, pred zaposlitvijo v rudniku urana Žirovski vrh potekali v Zavodu za varstvo pri delu v Ljubljani. Pozneje je pooblastilo za aktivno zdravstveno varstvo delavcev RUŽV pridobil Dispanzer za medicino dela, prometa in športa, TOZD Zdravstvenega doma Škofja Loka. Osnova programa in sheme pregledov je bil dokument Safety Series No. 25: Medical Supervision of Radiation Workers IAEA, WHO in ILO (prav tam).

5.5.1. Primeri dodatnih specialističnih pregledov skupin in posameznikov

Pregled prejetih doz zaposlenih v jami pred letom 1980

V predhodnem petletnem obdobju je šest rudarjev prejelo kumulativno dozo, ki je presegala 15 mSv. Skladno s takrat veljavno zakonodajo je bil odrejen odvzem krvi za analizo kromosomskih okvar. V primerjavi s populacijo, ki je bila prav tako izpostavljena sevanjem in drugim vplivom ter ni bila zaposlena v rudniku, niso zaznali presegevanj okvar (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Pregled rudarjev na Univerzitetnem inštitutu za pljučne bolezni in TBC na Golniku

Pregledanih je bilo 49 rudarjev z rudarskim delovnim stažem, daljšim od pet let. Pri enem izmed rudarjev je bila potrjena antrakoza (pneumokonioza premogarjev). Pri dveh rudarjih (ki sta delala v rudniku še pred ustanovitvijo RUŽV) pa je bil podan sum na silikozo. Zato sta bila premeščena na delo zunaj jame (prav tam).

Pregled delavcev predelave na Nefrološki kliniki Kliničnega centra v Ljubljani

Po enem letu njenega obratovanja je bilo leta 1985 na kliniko napoteni pet najbolj izpostavljenih delavcev predelave. Na začetku je bilo zaradi različnih težav pri obratovanju pri delavcih zaznani več primerov pozitivnega urina, kar je pomenilo povečan vnos uranovega koncentrata v telo. V naslednjih letih se je delež pozitivnih urinov zmanjševal. Pri vseh petih delavcih je bila ugotovljena intaktna funkcija ledvic (prav tam).

5.5.2. Najvišji ugotovljeni vnos uranovega koncentrata

Delavec je na delovnem mestu v predelovalnem obratu pri postopku sušenja in pakiranja uranovega koncentrata z inhalacijo v telo vnesel najvišji ugotovljen vnos uranovega koncentrata. Navodila za varno delo v obratu so predvidevala ukrepanje v primeru tovrstnega dogodka – nesreče. Delavec je bil takoj odpeljan v pooblaščen dispanzer v Škofji Loki. Zdravnik mu je predpisal sredstvo za pospešeno odvajanje tekočine iz telesa (izpiranje) in mu naročil, naj pije čim več tekočine. Med tem postopkom se je jemal urin za kontrolo izločanja uranovega koncentrata iz telesa. Delavec je bil napoten tudi na kontrolne preglede v Klinični

center v Ljubljani. Po enem tednu preiskav pri delavcu zdravstvenih posledic vnosa niso ugotovili (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

Za upokojene rudarje se še danes izvaja polletni odvzem serije treh sputumov v enem tednu za citološko preiskavo izluščenih bronhialnih celic. Ta pregled so morali opraviti vsi delavci RUŽV opraviti enkrat na leto, člani jamske reševalne ekipe pa izjemoma dvakrat na leto. Prvo zdravniško spričevalo je bilo izdano leta 1981 (Prijatelj in sod. v Florjančič, 2000).

5.5.3. Zdravje prebivalcev

Leta 1975 je Institut Jožef Stefan pripravil oceno doze, ki bi jo prejel prebivalec v oddaljenosti 1 km od rudnika. Pri tem so upoštevali izpostavljenost radonu, aerosolom in uživanju vode iz Poljanske Sore. Celokupna letna doza je bila ocenjena na 5 mrem (ocena velja za posamezne organe, in ne za celotno telo). Od tega naj bi 80 % prispeval plin radon. Njegova koncentracija naj bi bila 1 pCi/l (Rojc v Florjančič, 2000).

Izračuni doz, ki so jih prejeli prebivalci v vplivnem območju rudnika, so se začeli izvajati leta 1985, pred tem pa so se meritve izvajale le na prenosnih poteh. Pred tem za prebivalce doze za posamezna leta niso bile izračunane (Rojc v Florjančič, 2000).

Tabela 16 prikazuje oceno prejete efektivne ekvivalentne doze povprečnega odraslega predstavnika iz kritične skupine prebivalstva, kot posledice izpostavljenosti sevanju iz rudniških virov za leti 1989 in 1998 ter po opravljenih sanacijskih delih.

Tabela 16: Prikaz ocene prejete efektivne ekvivalentne doze povprečnega odraslega predstavnika iz kritične skupine prebivalstva kot posledice izpostavljenosti sevanju iz rudniških virov.

Prenosna pot	Podrobnejši opis, pomembni radionuklidi	LEED (letna efektivna ekvivalentna doza) 1989	LEED (letna efektivna ekvivalentna doza) 1998	LEED (letna efektivna ekvivalentna doza) po sanacijskih delih (mSv)
Inhalacija	aerosoli z dolgoživimi radionuklidi U, 226-Ra, 210-Pb	0,002	0,01	-
	samo 222-Rn	0,006	0,006	0,002
	Rn – kratkoživi potomci	0,277	0,269	0,1
Ingestija	pitna voda (U, 226-Ra, 210-Pb) (podtalnica, površinske vode)	ni ocene	0,015	0,016
	ribe (226-Ra, 210-Pb)	<0,005	0,001	0,003
	kmetijski pridelki in hrana žival. izvora (226-Ra, 210-Pb)	<0,05	<0,05	<0,001
Zunanje sevanje	222-Rn in Rn potomci (γ sev.) (imerzija, depozicija)	0,008	0,002	0,002
	dolgoživi radionuklidi (depozicija)	ni ocene	-	-
	okolica odlagališč (γ sev. U-Ra vrste)	0,005	0,004	0,001
Skupna letna efektivna ekvivalentna doza iz RUŽV				
ocena brez prispevka pitne vode iz Brebovščice		0,35 mSv	0,34 mSv	0,11 mSv
Ocena s prispevkom pitne vode iz Brebovščice		-	0,36 mSv	0,13 mSv

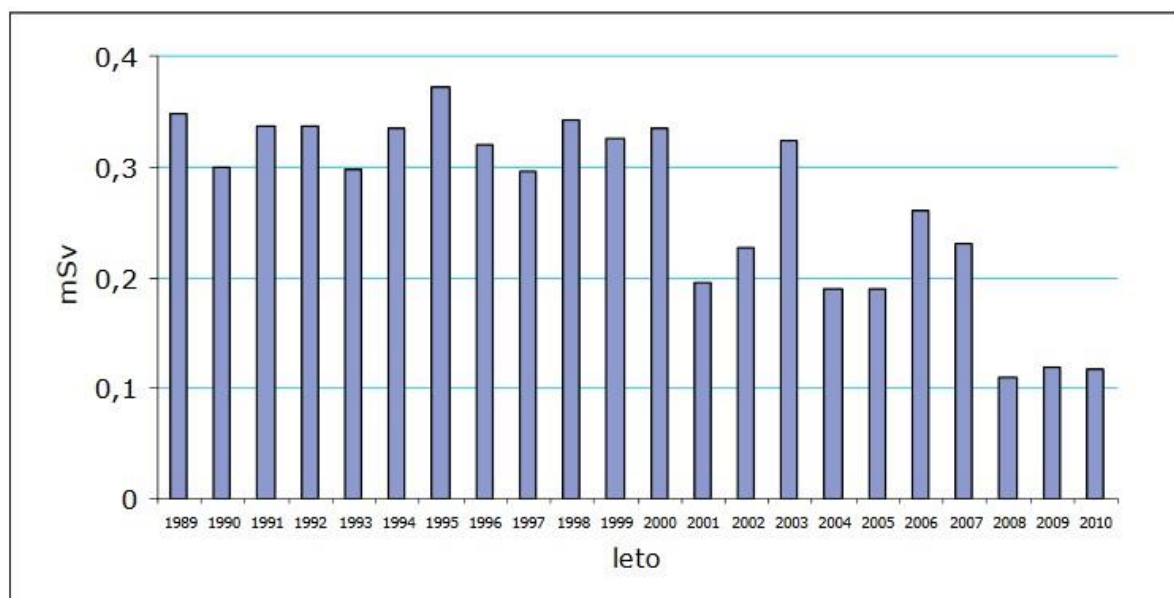
Vir: Jože Rojc 2000, str. 254.

Tabela navaja oceno prejete doze v času obratovanja in sanacijskih del rudnika. Zadnji stolpec predstavlja pričakovano oceno doze, ki jo bo prebivalec prejel po končanih sanacijskih delih. Ocena predvideva manjšo prejeto dozo (0,2 mSv/leto) kot je navedena v avtorizirani mejni vrednosti (0,3 mSv/leto) (Rojc v Florjančič, 2000).

V letu 2001 je skupna efektivna doza zaradi prispevka nekdanjega rudnika dosegla eno četrtno takrat predpisane mejne vrednosti (1 mSv na leto). Predstavljala je približno 10 odstotkov doze povprečnega naravnega ozadja v Sloveniji (0,25 – 0,28 mSv). Pri tej oceni so bile upoštevane sledeče prenosne poti: inhalacija dolgoživih radionuklidov, inhalacija radona in njegovih izotopov, ingestija (vnos s hrano in vodo) ter zunanje sevanje gama. Radon je

predstavljal skoraj tri četrtine takratnega radioaktivnega onesnaženja okolja okoli rudnika (Letno poročilo ... 2002).

Leta 2007 je skupna efektivna doza zaradi prispevka nekdanjega rudnika znašala 0,23 mSv na leto (Letno poročilo ... 2008). V letu 2010 se je ta vrednost približno prepolovila na 0,118 mSv na leto, kar je dobra desetina splošne mejne vrednosti za prebivalstvo. Kot prikazuje spodnja slika (Slika 14), je ob prenehanju obratovanja in ob opravljenih večjih sanacijskih delih (zaprtje jame leta 2007), radioaktivno onesnaževanje iz rudnika pričelo upadati (Letno poročilo ... 2011).



Slika 13: Letni prispevki k efektivni dozi povprečnega odraslega prebivalca zaradi Rudnika Žirovski vrh v obdobju 1989-2010.

Vir slike 14: Poročilo o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji, 2011.

V poročilu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji leta 2018 so z meritvami radioaktivne onesnaženosti ugotovili, da je ustavev rudarjenja skupaj z do sedaj opravljenimi zapiralnimi deli precej zmanjšala vplive na prebivalstvo. V letu 2018 je skupna efektivna doza znašala 0,073 mSv na leto (Letno poročilo ... 2018).

6. INTERVJUJI UPOKOJENIH ZAPOSLENIH V RUDNIKU URANA ŽIROVSKI VRH

6.1. Namen in vsebina vprašalnika

Namen izvedbe intervjujev je zbiranje podatkov za potrebe diplomske naloge »Vpliv rudnika urana Žirovski vrh na okolje«. Izvajanje intervjujev se nanaša na 3. hipotezo diplomskega dela: »Med zaposlenimi v RUŽV je razširjeno mnenje, da je bila po končanem obratovanju rudnika ugotovljena večja pogostost rakavih obolenj na območju občin Idrija, Žiri, Gorenja vas - Poljane in Škofja Loka, kot je to zabeleženo v Registru raka Republike Slovenije. S pregledom zdravstvenih arhivov, intervjuji z nekdanjimi rudarji in njihovimi najbližjimi sorodniki, zdravniki,

ki so opravljali za rudarje javno zdravstveno službo, ter z nekdanjimi administrativnimi in strokovnimi delavci RUŽV bomo med izdelavo naloge preverili, ali je mogoče to mnenje potrditi ali ga je treba zanikati.«

S pomočjo pridobljenih podatkov iz intervjujev bo mogoče zgoraj navedeno hipotezo potrditi ali ovreči.

Tveganje uhajanja občutljivih podatkov, kot so imena, priimki in podatki o zdravju, je preprečeno tako, da bodo vsi pridobljeni podatki shranjeni anonimno. To pomeni, da nikjer ne bo mogoče zaslediti imena in priimka osebe, s katero bo opravljen intervju oziroma bo izpolnila spodnji vprašalnik (izjema je primer tožbe proti državi gospoda Žagarja, ki se je strinjal, da se njegovo ime navede kot vir).

Vprašanja

Vprašalnik je sestavljen iz 21 vprašanj, ki so razdeljena v tri sklope. V prvem sklopu so vprašanja statistične narave, s katerimi se je anketiranca vprašalo po:

- spolu,
- letnici rojstva,
- lokaciji stalnega bivališča,
- opredelitvi poročanja (o sebi ali o nekom drugem),
- stopnji izobrazbe.

Pri dodatnih treh vprašanjih izvemo naziv in podrobnosti delovnega mesta ter koliko časa je bila oseba zaposlena v rudniku.

V drugem sklopu vprašalnik sprašuje o delovnih pogojih zaposlenega:

- zadovoljstvo z delovnim razmerjem,
- varnost pri delu,
- dodeljena varnostna in osebna varovalna oprema za opravljanje dela,
- seznanitev o tveganjih za zdravje in varstvu pri delu,
- opaženih preventivnih ukrepov proti nevarnostim sevanja.

Zadnji sklop vprašanj pa se navezuje na zdravstveno stanje zaposlenega:

- ocena trenutnega zdravstvenega stanja,
- morebitni zdravstveni zapleti v času zaposlitve,
- morebitna rakava, kronična in akutna obolenja,
- omejitve pri nalogah vsakdanjega življenja kot posledica bolezni.

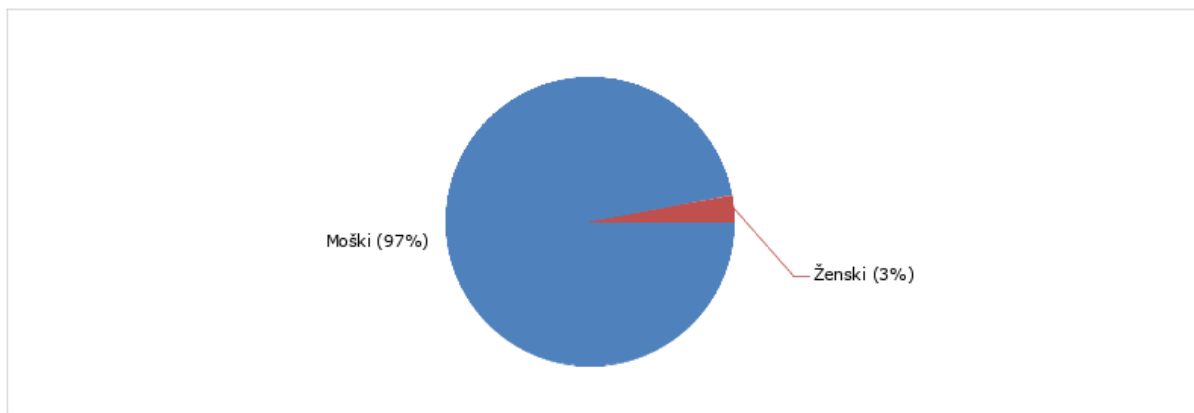
Zaradi spoštovanja zasebnosti nobeno vprašanje, ki se nanaša na zdravstveno stanje intervjuvanca, ni bilo obvezno.

6.2. Rezultati vprašalnika

Uvodno stran spletne verzije vprašalnika si je ogledalo 129 oseb. 82 oseb je bilo povabljenih k sodelovanju v intervjuju in izpolnitvi vprašalnika prek telefona. Na spletni vprašalnik so se pozitivno odzvale 4 osebe. Na intervju oziroma reševanje vprašalnika prek telefona se je pozitivno odzvalo 25 oseb. Na izvedbo osebne intervjuja pa so se odzvale 4 osebe. Vseh 33 vprašanih, ki so začeli z izpolnjevanjem spletne verzije vprašalnika ali so pristali na intervju, je vprašalnik izpolnilo v celoti.

Spol

Označite vaš spol oziroma spol sorodnika ali znanca, ki je bil zaposlen v rudniku. (n = 33)



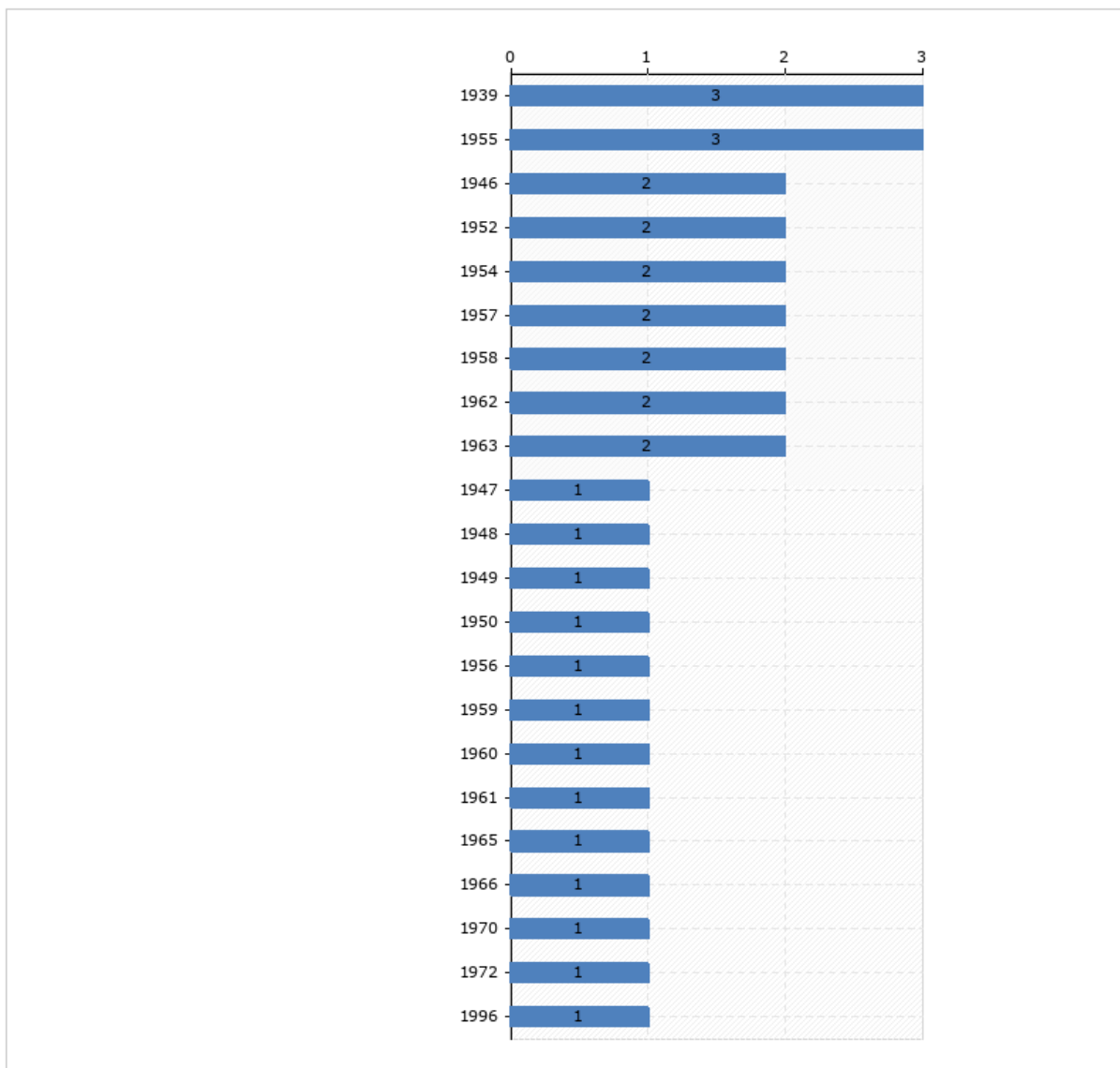
Graf 1: Grafični prikaz razmerja vprašanih po spolu.

Od 33 vprašanih je bilo 32 moških in ena ženska.

Različni sezname zaposlenih v rudniku (Dolenc in sod., 2000) potrjujejo, da je bilo v rudniku zaposlenih bistveno manj žensk kot moških.

Starost

Izberite vašo letnico rojstva oziroma letnico rojstva sorodnika ali znanca, ki je bil zaposlen v rudniku. (n = 33)

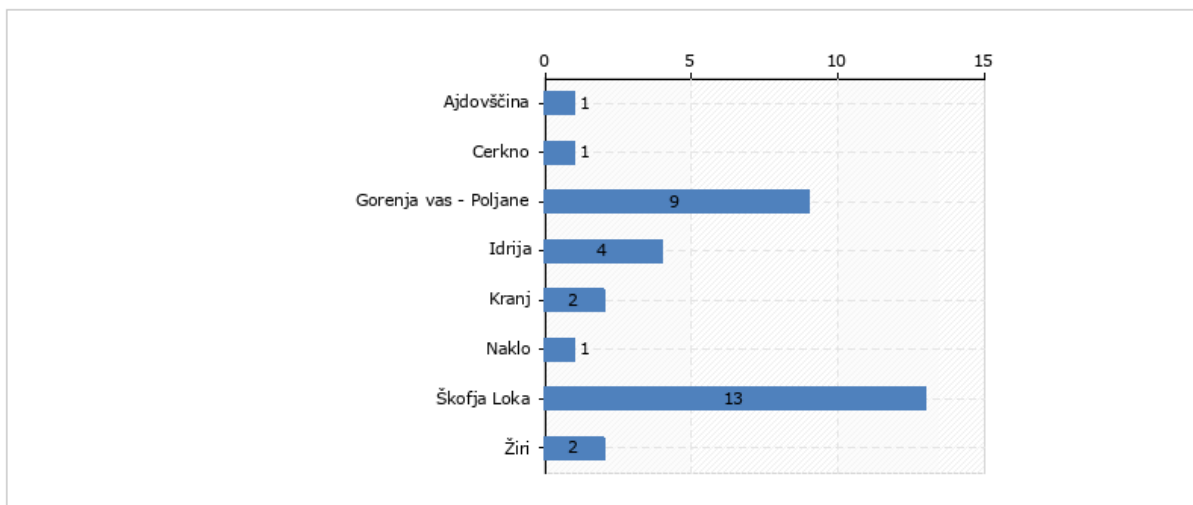


Graf 2: Grafični prikaz letnic rojstva vprašanih.

Glede na rezultate so bili vprašani rojeni med letoma 1939 in 1996. Leto 1996, ki ga je navedel eden izmed vprašanih, lahko upoštevamo kot napako, saj ni mogoče, da bi bila oseba rojena leta 1996, zaposlena v rudniku. Zato velja, da je bil najmlajši vprašani rojen leta 1972. Največ vprašanih je bilo rojenih leta 1939 in 1955.

Občina stalnega prebivališča

Prosimo, med naštetimi izberite občino, kjer imate stalno bivališče oziroma ga ima (je imel) vaš sorodnik ali znanec v času zaposlitve. (n = 33)

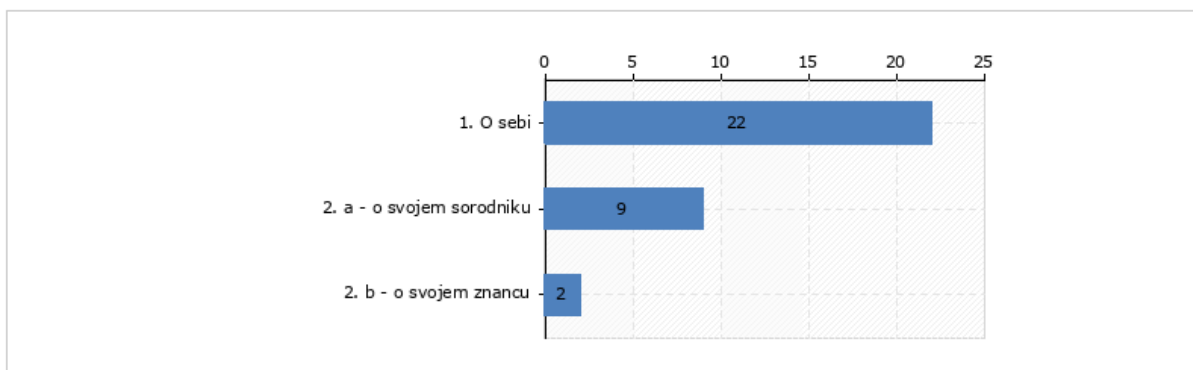


Graf 3: Grafični prikaz občine stalnega prebivališča vprašanih.

Graf prikazuje, da ima največ vprašanih oseb stalno prebivališče v občini Škofja Loka. Za preverjanje tretje hipoteze je primernih 27 odgovorov.

O kom vprašani poroča

Prosimo, izberite, o kom poročate v tej anketi (o sebi ali o svojem sorodniku ali znancu). (n = 33)

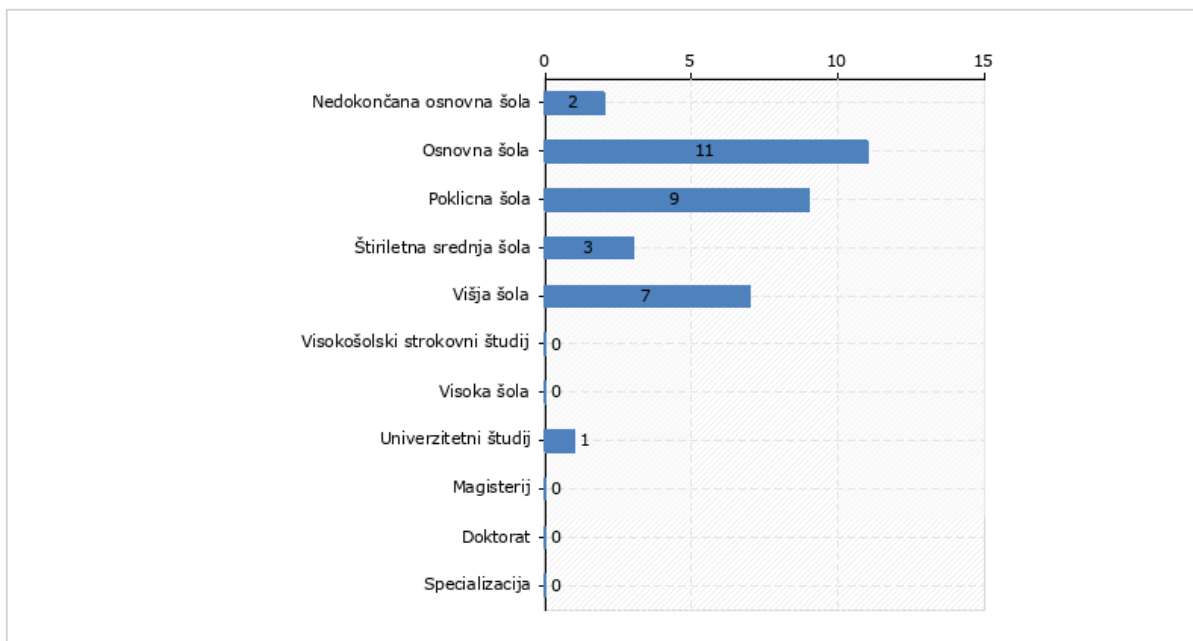


Graf 4: Grafični prikaz načina poročanja o vprašanih v anketi.

Iz grafa lahko razberemo, da večina vprašanih poroča o sebi, manjši delež o svojem sorodniku in le dva o svojem znancu.

Najvišja dosežena izobrazba

Kakšna je vaša najvišja dosežena izobrazba oz. izobrazba, sorodnika, znanca, ki je bil zaposlen v rudniku? (n = 33)



Graf 5: Grafični prikaz najvišje dosežene izobrazbe vprašanih.

Večina vprašanih je dokončala vsaj osnovno šolo. Najbolj izobražen med vprašanimi je opravil univerzitetni študij, dva vprašana pa nista dokončala osnovne šole.

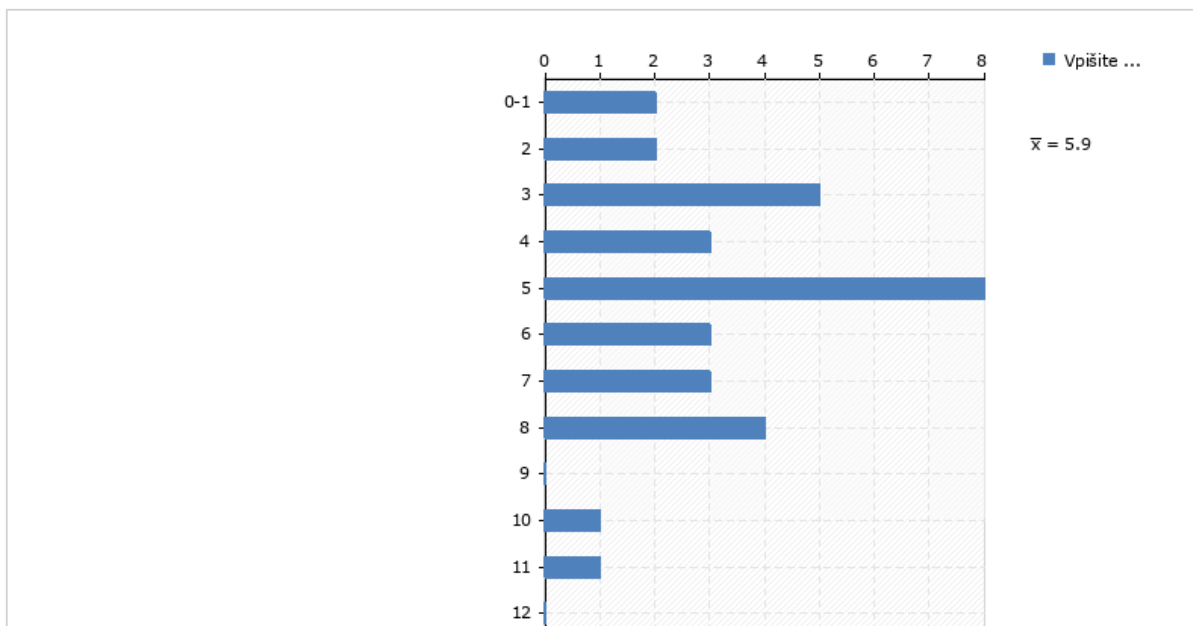
Naziv delovnega mesta

Naziv delovnega mesta, ki ste ga opravljali v podjetju Rudnik Žirovski Vrh oz. naziv delovnega mesta sorodnika ali znanca (v primeru, da ste v tem podjetju opravljali oz. je oseba opravljala več delovnih mest (kolikor se jih lahko spomnite), jih prosim tudi navedite, npr. rudar kopač, upravljalec strojev v jami, laborant, administracija ...).

Večina vprašanih (21 oseb) je delo opravljala posredno ali neposredno v jami. Preostali so opravljali dela na področju vzdrževanja (3 vprašani), v administraciji (2 vprašana) in v elektrotehnikih (3 vprašani) ter dela, kot je risanje geoloških kart (1 vprašan), in delo geološkega operaterja (1 vprašan). Dva vprašana sta v rudniku opravljala počitniško delo.

Čas zaposlitve v rudniku

Koliko let ste bili oz. je bil vaš sorodnik, znanec tam zaposlen skupaj (če niste točno prepričani, vsaj približno)? (n = 33)



Graf 6: Grafični prikaz delovne dobe v rudniku vprašanih.

Iz grafa lahko razberemo, da je bilo največ vprašanih v rudniku zaposlenih 5 let. Najmanj časa sta bili zaposleni osebi na počitniškem delu (manj kot eno leto), največ pa oseba, ki je bila v rudniku zaposlena 11 let. V grafu povprečna zaposlitvena doba zaradi napake pri vnosu enega izmed vprašanih (navedba zaposlitve 30 let, namesto 3 leta) ni pravilna. Pravilna povprečna zaposlitvena doba vprašanih v rudniku znaša 5 let.

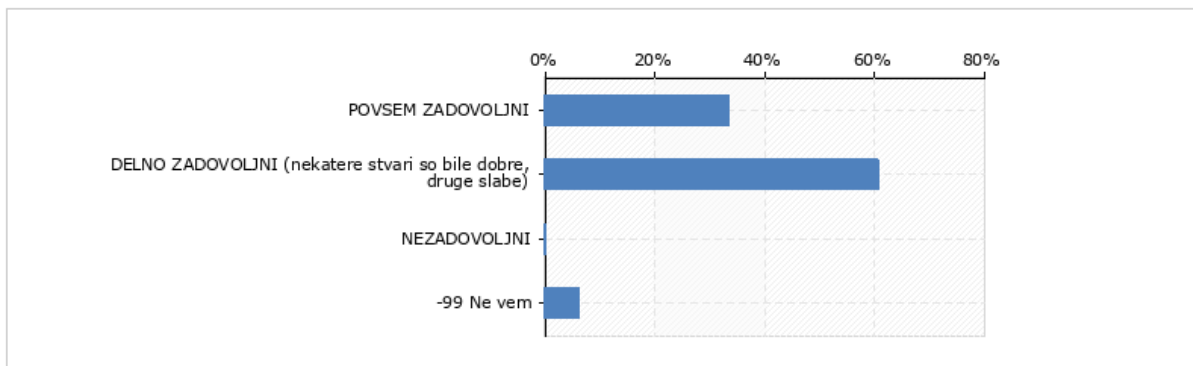
Različna dela v rudniku v obdobju zaposlitve

Če ste opravljali različna delovna mesta v istem podjetju, prosimo, okvirno navedite, koliko let ste bili na posameznem delovnem mestu (oz. koliko let je bil zaposlen vaš sorodnik oz. znanec – če ne veste točno, vsaj približno).

Pri tem vprašanju so osebe, ki so opravljale več del v svojem obdobju zaposlitve v rudniku, navedle posamezna delovna mesta oz. zadolžitve. Od vprašanih je 5 oseb navedlo še druga dela, ki so jih opravljal v svojem času zaposlitve v rudniku, ki so se primarno nanašala na različna dela v jami in ob njej (rudar kopač, miner, vzdrževalec).

Delovni pogoji

Ali ste bili kot zaposleni v podjetju Rudnik Žirovski vrh z vašim delovnim razmerjem zadovoljni oziroma kako je po vašem mnenju bil zadovoljen vaš sorodnik ali znanec? (n = 33)

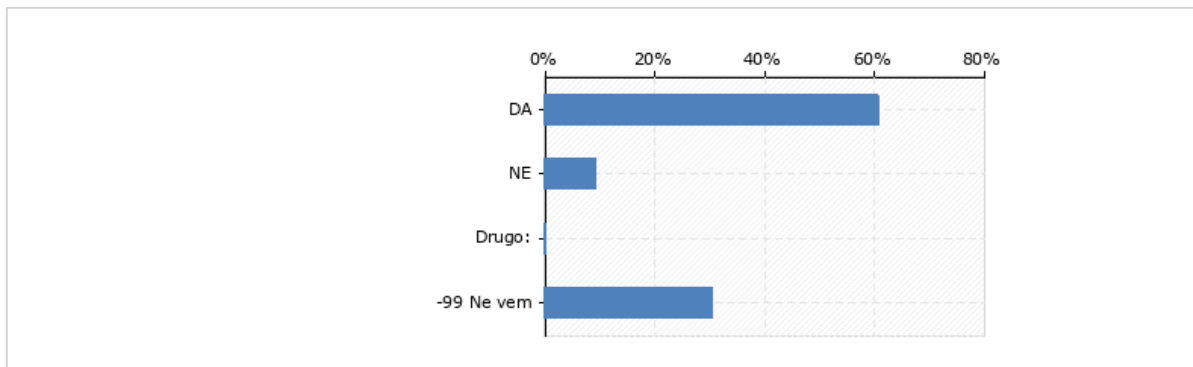


Graf 7: Grafični prikaz zadovoljstva vprašanih z delovnimi pogoji v rudniku.

60 odstotkov vprašanih je bilo z delovnim razmerjem v rudniku delno zadovoljnih, 35 odstotkov pa povsem zadovoljnih.

Varni delovni pogoji

Ste za vaše delovno mesto po vašem mnenju imeli ustrezne in varne delovne pogoje oziroma jih je imel po vaši oceni vaš sorodnik ali znanec? (n = 33)

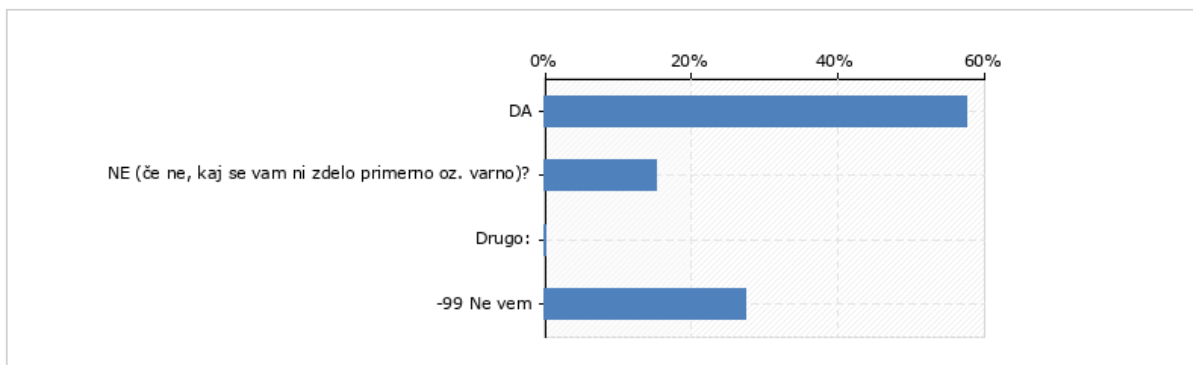


Graf 8: Grafični prikaz mnenja vprašanih o varnosti delovnih pogojev na delovnem mestu.

60 odstotkov vprašanih je po lastni presoji ocenilo, da so jim bili zagotovljeni ustrezni in varni delovni pogoji. Nasprotno je trdilo le 10 odstotkov vprašanih.

Dodeljena delovna oprema

Je bila po vašem mnenju vam oziroma sorodniku, znancu dodeljena delovna oprema primerna in varna za opravljanje dodeljenega dela? (n = 33)

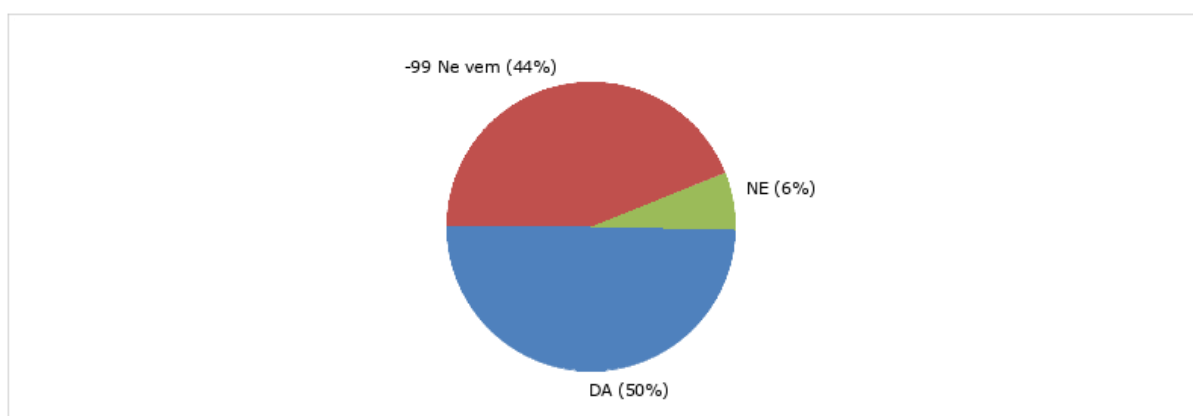


Graf 9: Grafični prikaz mnenja vprašanih o ustrezni dodelitvi delovne opreme.

Skoraj 60 odstotkov vprašanih je po lastni oceni potrdilo, da jim je bila dodeljena primerna in varna delovna oprema. 15 odstotkov vprašanih je ocenilo, da dodeljena oprema za varno opravljanje njihovega dela ni bila ustrezna.

Seznanitev s tveganji

Ste bili iz strani delodajalca (podjetja) seznanjeni o nevarnostih in tveganjih radioaktivnega sevanja (kot je povečanje tveganja nastanka rakavih obolenj), ki je prisotno v rudi, oziroma je bil po vašem mnenju o tem dovolj seznanjen vaš sorodnik ali znanec? (n = 32)

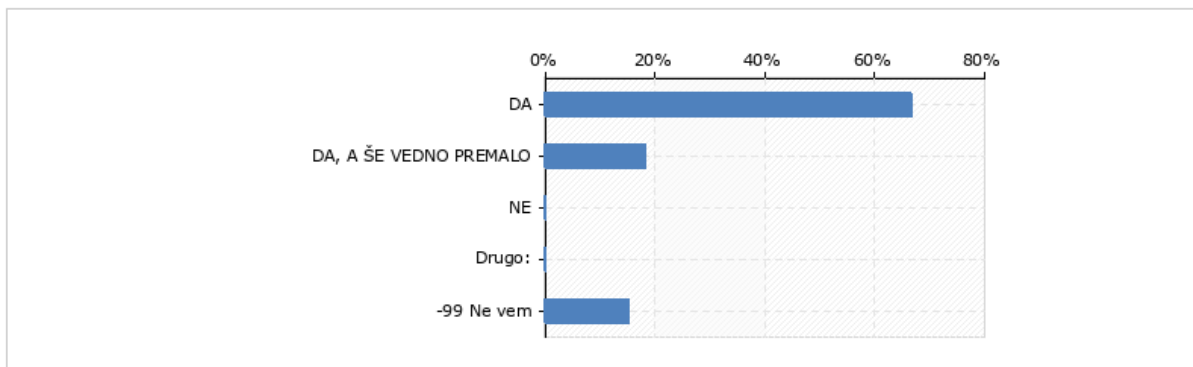


Graf 10: Grafični prikaz vprašanih o seznanitvi s tveganji.

Polovica vprašanih trdi, da je bila seznanjena o nevarnostih in tveganjih na njihovem delovnem mestu. 44 odstotkov vprašanih na vprašanje ni odgovorilo, 6 odstotkov pa seznanitev zanika.

Dodatni preventivni ukrepi

Ali so bili proti nevarnostim radioaktivnega sevanja po vašem mnenju predvideni kakršni koli ukrepi (ki recimo niso prisotni v rudnikih podobnega tipa, kjer se ne koplje urana, kot so dodatna zaščitna oprema, dodatna ventilacija, ukrepi za manj dvigovanja prahu), da bi bil vpliv sevanja ter zraven posledice na vas, zaposlene, vašega prijatelja, znanca manjši? (n = 33)

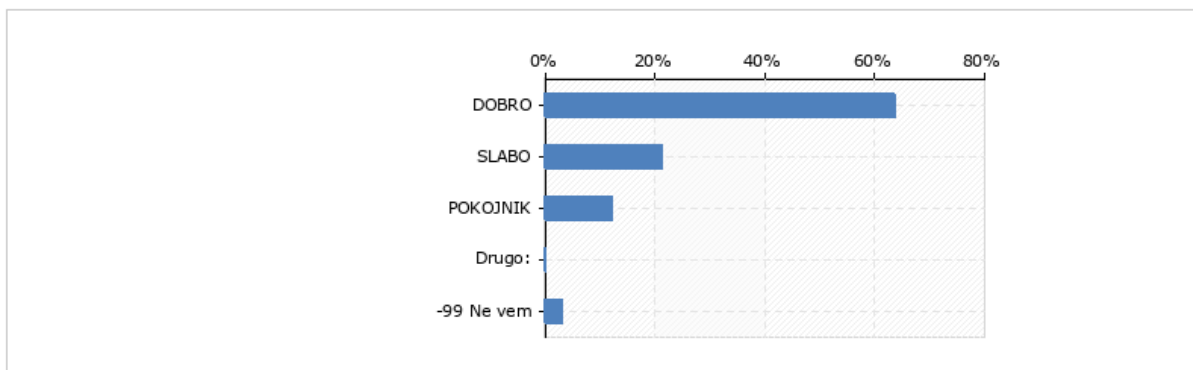


Graf 11: Grafični prikaz mnenja vprašanih o dodatnih preventivnih ukrepih v rudniku.

Večinski delež vprašanih trdi, da so bili po njihovem mnenju dodatna zaščita ter preventivni ukrepi glede na naravo dela in v primerjavi z drugimi rudniki, kjer se ni kopalo urana, zagotovljeni. Nihče od vprašanih te trditve ni zanikal.

Splošna ocena zdravstvenega stanja

Kako bi na splošno ocenili vaše trenutno zdravstveno stanje oz. stanje sorodnika, znanca? (n = 33)

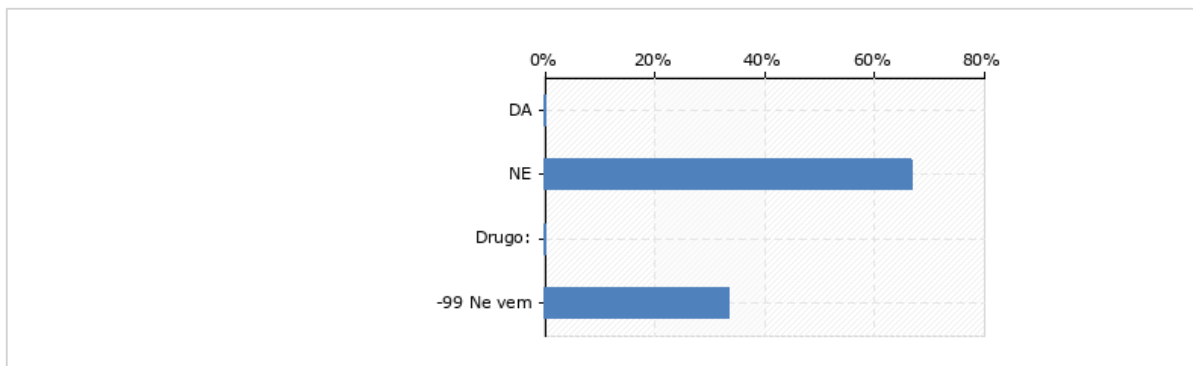


Graf 12: Grafični prikaz ocene splošnega zdravstvenega stanja vprašanih.

Večina vprašanih ocenjuje svoje zdravstveno stanje kot dobro. Manjši delež trdi, da je njihovo zdravstveno stanje slabo. Štiri osebe so že pokojne.

Počutje v času zaposlitve (akutna bolezenska stanja)

Ste v času zaposlitve večkrat občutili slabost, drisko, ste bruhal ali imeli mrzlico in ste bili posledično odsotni z dela? Oziroma če vam je znano, ali je imel takšne težave vaš sorodnik ali znanec? (n = 33)

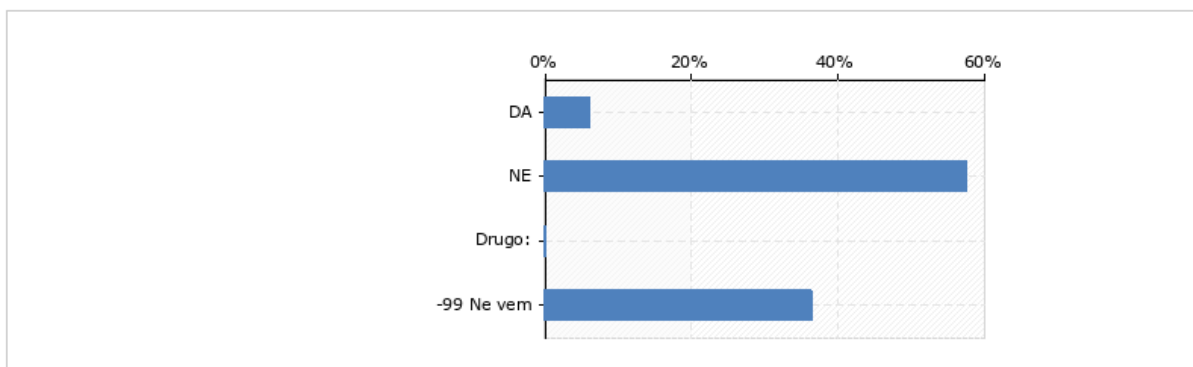


Graf 13: Grafični prikaz počutja vprašanih v času zaposlitve – akutna bolezenska stanja.

Nihče od vprašanih se ne spomni, da bi se mu v času zaposlitve večkrat pojavljala akutna bolezenska stanja, ali na vprašanje niso želeli odgovoriti.

Počutje v času zaposlitve (kronična bolezenska stanja)

Ste v času zaposlitve imeli hujše težave z želodcem, črevesjem ali kostnim mozgom in ste bili posledično odsotni z dela? Oziroma ali je imel takšne težave sorodnik ali znanec? (n = 33)

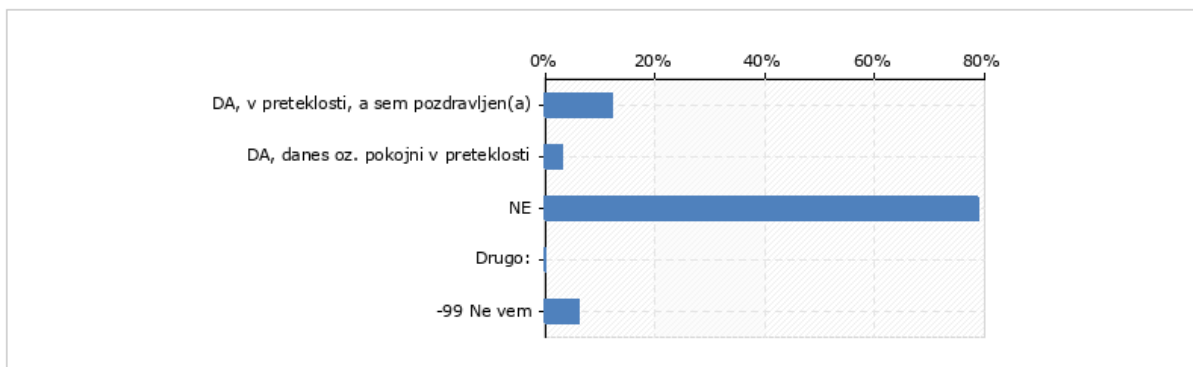


Graf 14: Grafični prikaz počutja vprašanih v času zaposlitve – kronična bolezenska stanja.

Večina od vprašanih v času zaposlitve ni imela kronične bolezni ali na vprašanje niso želeli odgovoriti. Pojav kronične bolezni sta potrdila dva vprašana.

Rakavo obolenje

Ali ste v preteklosti imeli oziroma imate danes rakavo obolenje oziroma ga ima (je imel) sorodnik ali znanec? (n = 33)

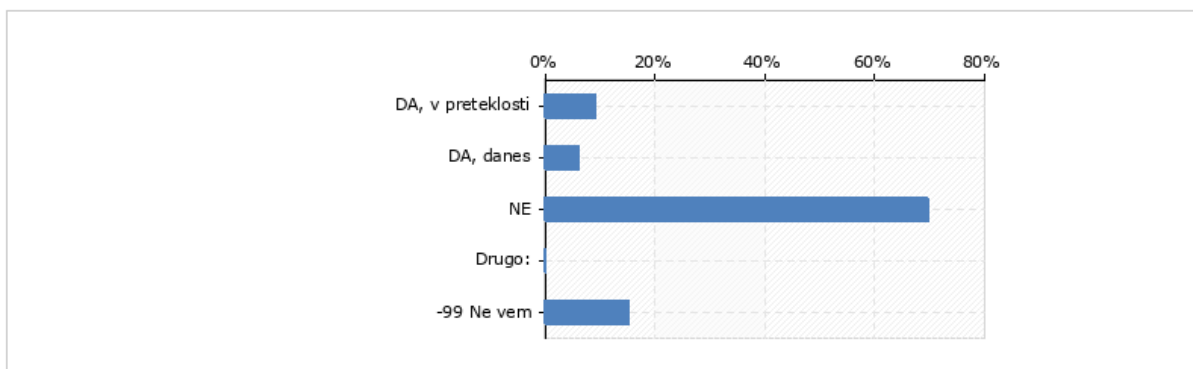


Graf 15: Grafični prikaz rakavih obolenj vprašanih.

Večina vprašanih zanika pojav rakavega obolenja ali na vprašanje niso želeli odgovoriti. Ena oseba je za rakom umrla, 4 vprašani pa so ga imeli v preteklosti, a so sedaj ozdravljeni. Štirje vprašani so odgovorili tudi, na katerem organu ali delu telesa so imeli raka. Ena oseba je imela rak dojke, ena na bezgavkah, ena na pljučih in ena na črevesju.

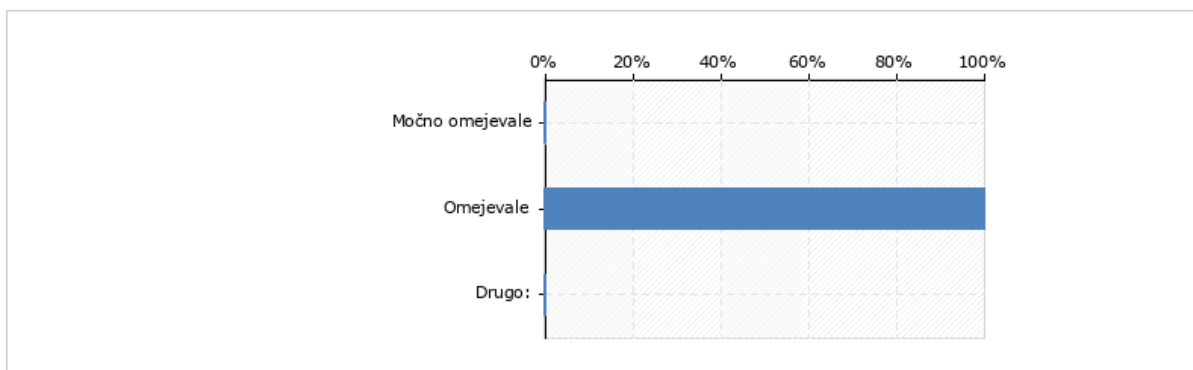
Druga obolenja

Ali ste v preteklosti oziroma danes trpite za kakšnim drugim kroničnim, akutnim obolenjem? Ali trpi oz. je trpel za takšnim obolenjem sorodnik ali znanec? (n = 33)



Graf 16: Grafični prikaz drugih obolenj vprašanih.

Večina vprašanih zanika, da bi imela morebitna druga kronična ali akutna obolenja, ali na vprašanje niso želeli odgovoriti. Tri osebe trdijo, da so za obolenjem trpele v preteklosti, dve pa, da za obolenjem trpita danes.



Graf 17: Grafični prikaz omejevanja vprašanih ob morebitnih obolenjih.

Vse osebe, ki trpijo za kroničnim ali akutnim obolenjem, so v dodatnem vprašanju navedle, da so jih zdravstvene težave delno omejevale. Eden izmed vprašanih je v dodatnem vprašanju navedel, da je bil ob postavitvi diagnozi obolenja star 42 let.

Povzetek rezultatov vprašalnika

V vprašalniku je skupaj sodelovalo 33 oseb. Od tega je bilo 32 vprašanih moških in ena ženska. Največ vprašanih je bilo rojenih leta 1939 in leta 1955. Najmlajši je bil star 48 let, najstarejši 81. Največ oseb je imelo stalno prebivališče v Škofji Loki. Večinoma so v vprašalniku poročali o sebi in imeli dokončano vsaj osnovno šolo. 21 vprašanih oseb je dela v rudniku opravljalo posredno ali neposredno v jami. Povprečna zaposlitvena doba vprašanih je znašala 5 let. 60 odstotkov vprašanih je bilo z delovnim razmerjem v rudniku delno zadovoljnih, 35 odstotkov pa povsem zadovoljnih. 10 odstotkov oseb je trdilo, da jim niso bili zagotovljeni ustrezni in varni delovni pogoji in 15 odstotkov, da dodeljena oprema za varno opravljanje njim dodeljenega dela ni bila ustrezna. Polovica vprašanih trdi, da je bila seznanjena o nevarnostih in tveganjih na njihovem delovnem mestu. 44 odstotkov vprašanih ni odgovorilo na vprašanje o seznanitvi o nevarnostih, 6 odstotkov pa seznanitev zanika. Večinski delež je trdil, da je po njihovem mnenju bila zagotovljena dodatna zaščita ter preventivni ukrepi glede na naravo dela v primerjavi z drugimi rudniki kjer se ni kopalo urana. Nihče od vprašanih tega vprašanja ni zanikal. Večina vprašanih je ocenila svoje zdravstveno stanje kot dobro in se ne spomnijo, da bi v času zaposlitve imeli večkratni pojav akutnih ali kroničnih bolezenskih stanj. Pet vprašanih je potrdilo, da so imeli v svojem življenju rakavo obolenje. Štirje so obolenje pozdravili, ena oseba je za rakom umrla. Šlo je za primere raka na dojki, bezgavkah, pljučih in črevesju. Dve vprašani osebi sta v času intervjuja imeli kronično obolenje, tri pa v preteklosti. Vse vprašane ta obolenja omejujejo pri vsakdanjem življenju.

7. RAZPRAVA IN SKLEPI

Cilj diplomskega dela je bil preučiti zgodovino rudarjenja v RUŽV ter pridobiti in ustrezno dokumentirati informacije meritev radioaktivnega sevanja, informacije o količinah in rezultatih parametrov izcednih vod iz odlagališč odpadne jalovine Boršt in Jazbec ter vpliva rudarjenja na okolje in na zdravje zaposlenih v rudniku.

Ugotovljeno je bilo, da je bila zgodovina rudarjenja v RUŽV zelo razgibana in kompleksna, saj so skozi zgodovino delovanja na Žirovskem vrhu rudarila tri različna podjetja, vsako z različnim namenom, različnimi pristopi in različnim posvečanjem varstvu zaposlenih in varovanju okolja. S kronološkim pregledom obratovanja rudnika lahko v splošnem ugotovimo, da se je z leti poudarek na varstvo zaposlenih, okoliških prebivalcev in okolja sistematično z večanjem rudnika in z začetkom pridobivanja uranovega koncentrata povečal. Meritve se opravljajo tudi danes, ko je rudnik (jama) zaprt že več kot desetletje. Opravljanje meritev je predvideno tudi v prihodnosti, ko se bo zaprlo tudi podjetje, ki je bilo v devetdesetih letih prejšnjega stoletja zadolženo za zaprtje rudnika in njegovo ekološko sanacijo. V sklopu diplomskega dela smo postavili tri hipoteze, ki smo jih skozi diplomsko delo tudi preverili.

1. Odlagališči odpadne jalovine v bližini rudnika Žirovski vrh Boršt in Jazbec zaradi naklona in geografskih lastnosti terena predstavljata potencialno nevarnost zdrsa ob večjih količinah meteorne vode.

Za odlagališči odpadne rudarske jalovine Jazbec in hidrometalurške jalovine Boršt je bilo na podlagi več izdelanih študij, meritev in pregledov terena izbrana najboljša lokacija v bližini rudnika. Izvedeni so bili številni preventivni ukrepi, ki so se večinoma posvečali odvajanju padavinskih vod in posledičnemu preprečevanju erozije ter s tem odnašanju kontaminiranega materiala po Poljanski dolini. Odlagališče Jazbec je zaradi svojega geografskega položaja izpostavljeno veliko manjšemu tveganju za zdrs kot odlagališče Boršt. Pri obeh odlagališčih je za preprečevanje morebitnega zdrsa najpomembnejše redno izvajanje meritev in vzdrževanje ukrepov, ki so bili sprejeti za preprečevanje morebitnega zdrsa in erozije. Plaz na Borštu je bil dodatno saniran, zaradi tveganja napredovanja drsenja pa so bili sprejeti in izvedeni tudi dodatni ukrepi. Ena izmed študij predvideva tudi morebitni zdrs hribine in njene posledice (Klemenčič v intervjuju, 2019). Na podlagi pridobljenih podatkov lahko hipotezo delno potrdim, saj tveganje obstaja, a izvedeni preventivni in sanacijski ukrepi plazu na odlagališču Boršt ter predvideno redno vzdrževanje in izvajanje monitoringov tveganje na obeh odlagališčih bistveno zmanjšujejo.

2. Rudarjenje v RUŽV je v času obratovanja povzročilo povečanje radioaktivnega sevanja, ki so mu bili izpostavljeni rudarji in okoliški prebivalci, ter presega zakonsko določene mejne vrednosti na površju območja kopanja uranove rude in v okoliških vaseh Gorenja Dobrava, Todraž, Dobravšče in Bačne.

V času obratovanja rudnika, v času njegove sanacije in po zaprtju jame so bile izvedene meritve radioaktivnega sevanja. Meritve se še vedno izvajajo in načrti monitoringa to predvidevajo tudi v prihodnosti. V vsem tem času v okolici rudnika izvedene meritve v primerjavi z naravnim ozadjem niso zaznale preseganja zakonsko določenih mejnih vrednosti (1 mSv na leto) po posameznih letih. Radon, ki ob povišani koncentraciji in kronični izpostavljenosti lahko negativno vpliva na zdravje, je zaradi geoloških in geografskih pogojev na območju Gorenje Dobrave, Todraža, Dobravšče in Bačn prisoten tudi iz povsem naravnih razlogov, brez vpliva delovanja rudnika. Na podlagi pridobljenih informacij in uporabljenih podatkov v tem diplomskem delu ne morem dokazati, da je v času delovanja rudnika prišlo do drastično povečanega onesnaženja z radioaktivnim sevanjem. Hipotezo moram zato ovreči. Seveda pa je bilo radioaktivno sevanje v okolici rudnika povečano in slednje lahko negativno vpliva na okolje.

3. Med zaposlenimi v RUŽV je razširjeno mnenje, da je bila po končanem obratovanju rudnika ugotovljena večja pogostost rakavih obolenj na območju občin Idrija, Žiri, Gorenja vas - Poljane ter Škofja Loka, kot je to zabeleženo v Registru raka Republike Slovenij. S pregledom zdravstvenih arhivov, z intervjuji z nekdanjimi rudarji in njihovimi najbližjimi sorodniki, zdravniki, ki so opravljali za rudarje javno zdravstveno službo, ter z nekdanjimi administrativnimi in strokovnimi delavci RUŽV bomo med izdelavo naloge preverili, ali je mogoče to mnenje potrditi ali ga je treba zanikati.

Hipoteza je bila delno potrjena. Iskanje upokojenih rudarjev oziroma njihovih bližnjih sorodnikov in znancev se je izkazalo za zelo zahtevno nalogo. Rudnik je prenehal obratovati pred več kot dvema desetletjema in mnogi zaposleni so se po zaprtju razselili po celotni Sloveniji. Veliko zaposlenih iz držav nekdanje Jugoslavije se je vrnilo v svojo domovino. Zaradi visoke povprečne starosti upokojenih zaposlenih pa mnogi niso več sposobni opraviti intervjuja ali so že pokojni. Število intervjuvanih je premajhno, da bi lahko iz nje pridobili reprezentativne rezultate. Vseeno pa nam omogoča delno preverjanje hipoteze. Kot na primer, da so ob ustanovitvi podjetja Rudnik urana Žirovski vrh in ob zagonu proizvodnje uranovega koncentrata v RUŽV začeli zaposlene izobraževati o nevarnostih radioaktivnega sevanja (Rojc, 2000), kar se je potrdilo tudi pri vprašanju na to temo v vprašalniku. Zdravstvenih arhivov zaradi varovanja osebnih podatkov žal ni bilo mogoče pridobiti. Prav tako mi ni uspelo izvesti intervjuja z enim izmed zdravnikov, ki so izvajali preglede rudarjev v Zdravstvenem domu Škofja Loka.

Opravljen je bil pregled podatkov Registra raka Republike Slovenije, v katerem sem lahko preveril pogostost raka v upravnih enotah Idrija in Škofja Loka, kar je največji približek območij občin, ki so navedene v hipotezi. Za obdobje od leta 1990 do leta 2016 v primerjavi z vprašalnikom in številom prebivalcev upravnih enot (SURSA, 2020) ni bila ugotovljena večja prisotnost rakavih obolenj med intervjuvanimi upokojenimi rudarji, kot je vidno iz statistike za te upravne enote, zabeležena v Registru raka Republike Slovenije (SLORA, 2020). Zaradi pomanjkanja podatkov in neprimerljivih rezultatov iz vprašalnika moram tretjo hipotezo ovreči.

Tretja hipoteza ima potencial za nadaljnjo raziskovalno delo na področju vplivov rudnika urana tako na zdravje zaposlenih, kot tudi okoliških prebivalcev. Širše bi lahko upoštevali tudi druge zdravstvene težave rudarjev in tamkajšnjih krajanov. Poleg radioaktivnega sevanja so nekateri zaposleni v intervjujih omenjali tudi pogoste pojave pljučnic in druge respiratorne težave, kot posledica mraza, prepiha in prahu. Za marsikoga je drastično spreminjanje pokrajine Žirovskega vrha imelo tudi vplive iz sociološkega ter psihološkega vidika. V takrat redko poseljeno območje je prišlo veliko novih kultur in narodnosti. Na lokalne prebivalce so se vršili razni posredni in neposredni pritiski. Nekateri so bili proti kopanju rude. Mnenja proti takratnemu sistemu pa je politika bistveno drugače obravnavala, kot če bi se kopanje urana na Žirovskem vrhu načrtovalo danes.

8. POVZETEK

Diplomsko delo preučuje zgodovino rudarjenja v RUŽV, povzema informacije meritev radioaktivnega sevanja, informacije o količinah in rezultatih parametrov izcednih vod iz odlagališč odpadne jalovine Boršt in Jazbec ter vpliv rudarjenja na okolje in na zdravje zaposlenih v rudniku.

Uran je težka radioaktivna kovina srebrne barve, ki spada v skupino aktinidov. Najpomembnejša uranova ruda je težek radioaktiven mineral uranov oksid, imenovan tudi smolna svetlica. Ena pomembnejših lastnosti urana je njegova ogromna sposobnost ustvarjanja toplote. Uranova ruda se v Žirovskem vrhu nahaja med peščenjaki in konglomerati. Da uranova ruda ni več tisoč metrov pod zemljo, je omogočilo več milijonov let kompleksnih gorotvornih dogajanj ter izpiranja apnenca, laporja in dolomita.

Od začetka geoloških raziskav do prenehanja proizvodnje je minilo približno 30 let. Podjetje Rudnik urana Žirovski vrh je bilo ustanovljeno leta 1976, čez šest let pa so začeli odkopavati uranovo rudo. V času proizvodnje je podjetje zaposlovalo med 400 in 500 ljudi. Izdelanih je bilo prek 60.000 metrov rovov. Odkopanih je bilo približno 3,3 milijonov kamnine. V Jedrski elektrarni Krško je iz Žirovskega vrha pridobljeni uran proizvedel nekaj čez 12.000 GWh električne energije (Florjančič in sod. v Florjančič, 2000). Sam rudnik, natančneje, trajna ureditev podzemeljskih objektov, je bila z ustanovitvijo javnega podjetja za zapiranje rudnika urana zaključena leta 2006 (Klemenčič v intervjuju, 2019).

Odlagališče rudarske jalovine Jazbec in odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt sta trajni odlagališči radioaktivnega materiala, ki je nastal med obratovanjem rudnika. Zaradi tveganja uhajanja radioaktivnega materiala v okolje kot posledice erozije in izpiranja so bili na obeh odlagališčih izvedeni preventivni ukrepi. Redno se izvaja tudi monitoringe stanja okolja.

Po pridobljenih podatkih meritev med obratovanjem rudnika v času ekološke sanacije in po zaprtju jame ni bilo ugotovljenih nobenih preseganj zakonsko določenih mejnih vrednosti radioaktivnega sevanja v okolici rudnika.

Zaradi premajhnega števila vprašanih iz rezultatov vprašalnika in pomanjkanja podatkov o zdravstvenem stanju upokojenih zaposlenih v RUŽV ni bilo mogoče ugotoviti povečane prisotnosti rakavih obolenj med rudarji, kot jih za tisto območje navaja Register raka Republike Slovenije.

SUMMARY

The diploma examines the history of mining in RUŽV, summarizes information on the radioactive radiation measurements, information on the quantities and results of parameters of leachate from landfills Boršt and Jazbec and the impact of mining on the environment and health of employees in the mine.

Uranium is a heavy radioactive metal of silver color that belongs to the group of actinides. The most important uranium ore is the heavy radioactive material uranium oxide, also called »smolna svetlica«. One of the more important properties of uranium is its enormous ability to generate heat. Uranium ore is located in Žirovski vrh among sandstones and conglomerates. That uranium ore is not thousands of meters underground, which was possible by millions of years of complex mountain-forming events, which were leaching of limestone, marl and dolomite.

About 30 years have passed from the beginning of geological research to the cessation of production. The company Uranium mine Žirovski vrh was founded in 1976, and six years later they began to excavate uranium ore from the mine. At the time of production, the company employed between 400 and 500 people. Over 60.000 meters of tunnels were constructed. About 3.3 million rocks were excavated. The uranium obtained from Žirovski vrh produced just over 12.000 GWh of electricity at the Krško Nuclear Power Plant. (Florjančič et al. in Florjančič, 2000). The mine itself, more precisely, the permanent arrangement of underground structures, was with the establishment of a public company for the closure of the uranium mine, completed in 2006 (Klemenčič in an interview, 2019).

The Jazbec mining tailings landfill and the Boršt hydrometallurgical tailings landfill are permanent repositories of radioactive material generated during the operation of the mine. Due to the risk of leakage of radioactive material into the environment as a result of erosion and leaching, preventive measures were taken at both landfills. Environmental monitoring is also carried out on a regular basis.

According to the obtained data from measurements during the operation of the mine, while the ecological rehabilitation was in process and after the closure of the mining cave, no exceedances of the legally determined limit values of radioactive radiation in the vicinity of the mine were found.

Due to the insufficient number of respondents from the results of the questionnaire and the lack of data on the health status of retired employees in RUŽV, it was not possible to determine the increased presence of cancer among miners, as stated for that area by the Cancer Registry of the Republic of Slovenia.

9. VIRI, LITERATURA

1. Al Sayegh Petkovšek S., Pokorny B., (2008). Določitev vpliva odlagališč rudniške jalovine Jazbec in hidrometalurške jalovine Boršt na vsebnost izbranih težkih kovin, urana in potomcev njegove razpadne vrste v trosnjakih gliv in gozdnih sadežih: Poročilo. Velenje, ERICo Velenje, inštitut za ekološke raziskave d.o.o., 95 str.
2. Al Sayegh Petkovšek S., Zaluberšek M., Pokorny B. (2008). Biološki monitoring vpliva odlagališč rudniške jalovine Jazbec in hidrometalurške jalovine Boršt – citogenetske raziskave: Delno poročilo. Velenje, ERICo Velenje, inštitut za ekološke raziskave d.o.o., 52 str.
3. Al Sayegh Petkovšek S., Zaluberšek M., Drusk Grajšek, P., Pokorny B. (2009). Biološki monitoring vpliva odlagališč rudniške jalovine Jazbec in hidrometalurške jalovine Boršt na okolje – II. faza. Velenje, ERICo Velenje, inštitut za ekološke raziskave d.o.o., 59 str.
4. Burton J. 2018: Largest uranium reserves in the world. Medmrežje: <https://www.worldatlas.com/articles/the-largest-uranium-reserves-in-the-world.html> (15. 7. 2019).
5. Cene urana na svetovnem trgu. Medmrežje: <https://www.cameco.com/invest/markets/uranium-price> (14. 8. 2019).
6. Florjančič A. P. (1984). Uran iz Žirovskega vrha. Loški razgledi. Škofja Loka, letnik 31, št. 1, str. 128-136.
7. Florjančič, A. P., Beričič, S., Bajželj, U., Čadež, F., Omaljev, V., Likar, B., Pisk, A., Bernik, J., Stergaršek, A., Logar, Z., Lavrenčič, J., Prijatelj, I., Rojc, J., Beguš, T., Lenart, J., Dolenc, P., Bradeško, B., Gantar, P., Braniselj, F., Pensa, D. (2000). Rudnik urana Žirovski vrh: Doneski 1. Radovljica: Didakta, 416 str.
8. Guzelj, I. (1991). Radon kar straši: Meritve v rudniku urana kažejo, da po lanski ustavitvi proizvodnje uhaja iz rudnika celo več strupenega plina kot prej, radioaktivnost jamskih iztokov pa je narasla. Loško glasilo: Dan v novicah. Škofja Loka: 1991, 3 str.
9. Jovanovič, P., Omahen, G., Zdešar, U. (2007). Obsevanost prebivalcev Slovenije za leto 2006. Zavod za varstvo pri delu: Center za fizikalne meritve, Laboratorij za merjenje specifičnih aktivnosti radionuklidov. Ljubljana: 2007, 152 str.
10. Letno poročilo o varstvu pred sevanji in jedrski varnosti 2001: Letna poročila o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji, 2002, str. 81-82.
11. Letno poročilo o varstvu pred sevanji in jedrski varnosti 2007: Letna poročila o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji, 2008, str. 29-31.
12. Letno poročilo o varstvu pred sevanji in jedrski varnosti 2010: Letna poročila o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji, 2011, str. 35-36.
13. Letno poročilo o varstvu pred sevanji in jedrski varnosti 2018: Letna poročila o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji, 2019, str. 38-41.
14. Medmrežje 1: <http://www.geopedia.si> (26. 9. 2019).

15. 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, poročilo za leto 2016. Program monitoringa radioaktivnosti v okolju RUŽV in ocena izpostavljenosti prebivalstva v prehodnem (petletnem) obdobju po končni ureditvi odlagališč Jazbec in Boršt ter jame, 2017, 82 str.
16. Omaljev V., Ramovš A. (1967). Rudišče urana v Žirovskem vrhu. Loški razgledi. Škofja Loka, letnik 14, št. 1, str. 106-113.
17. Potočnik, B. (1991). Izpostavljeni otroci: vodstvo rudnika več mesecev zadrževalo podatke. Gorenjski glas: Slovenija, radioaktivnost/rudnik urana. Kranj: 1991, 12 str.
18. Radioaktivnost in radioaktivne snovi. Medmrežje: https://kemija.net/e-gradiva/nevarne-snovi/1_4_Radioaktivnost_in_radioaktivne_snovi/verina_reakcija.html (15. 7. 2019).
19. Rojc, J. (2009). Bilten RŽV: Poročilo o izvajanju varstva pred IO sevanji in o vplivu rudnika Žirovski vrh na okolje za leto 2008, povzetek. Škofja Loka: Studio GRAD, 20 str.
20. Rudnik urana Žirovski vrh. Medmrežje: <http://www.rudnik-zv.si/> (11. 11. 2019).
21. Seznam upokojencev rudnika Žirovski vrh. Rudnik Žirovski vrh, 2009, 5 str.
22. SLORA – Slovenija in rak. Register raka Republike Slovenije. Medmrežje : <http://www.slora.si/osnovni-podatki-o-posameznem-raku2> (14. 3. 2020).
23. Surovina uran. Medmrežje: <http://www.surovine.si/uran.php> (11. 6. 2019).
24. SURS – Statistični urad Republike Slovenije. Medmrežje: <https://www.stat.si/StatWeb/> (14. 3. 2020).
25. Šešerko, Leo (1948). Ljubljana. 1. december 2020.
26. Štucin, C. (2010). Rekli so, tu kopal se bo uran. Žirovski Vrh Sv. Urbana, samozal. C. Štucin, 55 str.
27. Uran kot kemijski element. Medmrežje: <https://slv.topbrainscience.com/3310180-uranium-as-a-chemical-element> (15. 7. 2019).
28. Zakon o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanju posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh, Ur. l. RS, št. 22/06 str. 1-2.
29. Žagar, I (1992): Pripravljalni spis: S296/91, Medvode, 2 str.

PRILOGA A

VPRAŠALNIK ZA IZVEDBO INTERVJUJEV UPOKOJENIH ZAPOSLENIH V RUDNIKU ŽIROVSKI VRH

Pozdravljeni!

Pred vami je anketni vprašalnik namenjen upokojenim zaposlenim v Rudniku urana Žirovski vrh - RUŽV, njihovim bližnjim sorodnikom, prijateljem ali znancem, ki poznajo oziroma so poznali nekoga (v kolikor je oseba že pokojna), ki je bil zaposlen v rudniku.

Reševanje vprašalnika Vam bo vzelo manj kot 10 minut. Meni pa bo omogočilo uspešno dokončanje diplomske naloge. Reševanje vprašalnika lahko vmes kadarkoli prekinete. Na vprašanja občutljive tematike (kot so zdravstvene težave) odgovori niso obvezni.

V kolikor poznate kogarkoli, ki je bil zaposlen v rudniku, ali njegove sorodnike, znance, mu prosim posredujte to anketo naprej v reševanje, saj je njen namen doseči čim večje število ljudi, kar bo omogočilo temeljito vrednotenje moje tretje hipoteze in posledično boljšo zaključno oceno moje naloge.

Zahvaljujem se Vam za vse podane odgovore!

Miha Velikanje, študent Visoke šole za varstvo okolja

INFORMACIJSKI DOKUMENT

Namen izvajanja intervjuja je zbiranje podatkov za potrebe diplomske naloge »Vpliv rudnika urana Žirovski vrh na okolje«. Izvajanje intervjujev se nanaša na 3. hipotezo diplomskega dela: Med zaposlenimi v RUŽV je razširjeno mnenje, da je bila po končanem obratovanju rudnika ugotovljena večja prisotnost rakavih obolenj na območju občine Idrija, Žiri, Gorenja vas - Poljane ter Škofje Loke, kot je to zabeleženo v Registru raka Republike Slovenije. S pregledom zdravstvenih arhivov, intervjuji z bivšimi rudarji in njihovimi najbližjimi sorodniki, zdravniki, ki so opravljali za rudarje javno zdravstveno službo in z bivšimi administrativnimi ter strokovnimi delavci RUŽV bomo med izdelavo naloge preverili, ali je mogoče to mnenje potrditi ali ga je potrebno zanikati.

S pomočjo pridobljenih podatkov iz intervjujev bo mogoče zgoraj navedeno hipotezo potrditi ali ovreči. Sodelovanje v raziskavi vključuje izpolnitev vprašalnika za izvedbo intervjujev upokojenih zaposlenih v rudniku urana Žirovski vrh. Sodelovanje v raziskavi bo omogočilo ustvariti prvo bazo podatkov v Sloveniji, ki bo zajemala to tematiko. Sodelovanje bo prineslo tudi možnost arhiviranja podatkov in omogočilo drugim raziskovalcem naprej ugotavljati posledice rudarjenja.

Tveganje izhajanja občutljivih podatkov, kot so imena, priimki in občutljivi podatki o zdravju je preprečeno tako, da bodo vsi pridobljeni podatki shranjeni anonimno. To pomeni, da nikjer ne bo mogoče zaslediti imena in priimka nobene osebe, s katero bo opravljen intervju oziroma bo izpolnila spodnji vprašalnik (izjema je primer edine tožbe proti državi gospoda Žagarja, ki je pristal na to, da se njegovo ime lahko navede kot vir).

Zbrani podatki bodo hranjeni v Arhivu družboslovnih podatkov Fakultete za družbene vede v Ljubljani. Do teh podatkov bodo lahko dostopale osebe, ki bodo podale tehten razlog zakaj potrebujejo podatke in bo zadeva odobrena iz strani fakultete. Podatki bodo uporabljeni za ugotavljanje zgoraj navedene hipoteze. Podatki bodo tudi arhivirani na fakulteti za družbene vede.

V primeru težav ali potrebe po dodatnih informacijah, me lahko kontaktirate na e-poštni naslov: velikanjemv@gmail.com



VPRAŠALNIK ZA IZVEDBO INTERVJUJEV UPOKOJENIH ZAPOSLENIH V RUDNIKU ŽIROVSKI VRH

*1) Označite vaš spol oziroma spol sorodnika ali znanca, ki je bil zaposlen v rudniku:

- Moški
- Ženski

*2) Izberite vašo letnico rojstva oziroma letnico rojstva sorodnika ali znanca, ki je bil zaposlen v rudniku:

*3) Prosimo, med naštetimi izberite občino, kjer imate stalno bivališče oziroma ga ima (je imel) vaš sorodnik ali znanec v času zaposlitve.

*4) Prosimo, izberite o kom poročate v tej anketi (o sebi ali o svojem sorodniku ali znanцу):

*5) Kakšna je vaša najvišja dosežena izobrazba oz. izobrazba, sorodnika, znanca, ki je bil zaposlen v rudniku?

- Nedokončana osnovna šola
- Osnovna šola
- Poklicna šola
- Štiriletna srednja šola
- Višja šola
- Visokošolski strokovni študij
- Visoka šola
- Univerzitetni študij
- Magisterij
- Doktorat
- Specializacija

*6) Naziv delovnega mesta, ki ste ga opravljali v podjetju Rudnik Žirovski Vrh oz. naziv delovnega mesta sorodnika ali znanca (v primeru, da ste v tem podjetju opravljali oz. je oseba opravljala več delovnih mest (kolikor se jih lahko spomnite), jih prosim ljudi navedite, npr. rudar kopač, upravljalec strojev v jami, laborant, administralor(a...):

*7) Koliko let ste bili oz. je bil vaš sorodnik, znano tam zaposlen skupaj (če niste točno prepričani, vsaj približno):

8) Če ste opravljali različna delovna mesta v istem podjetju, prosim okvirno navedite koliko let ste bili na posameznem delovnem mestu (oz. koliko let je bil zaposlen vaš sorodnik oz. znano - če ne veste točno vsaj približno):

[Prejšnja stran](#)

[Naslednja stran](#)



VPRAŠALNIK ZA IZVEDBO INTERVJUJEV UPOKOJENIH ZAPOSLENIH V RUDNIKU ŽIROVSKI VRH

9) DELOVNI POGOJI

Ali ste bili kot zaposleni v podjetju Rudnik Žirovski Vrh z vašim delovnim razmerjem zadovoljni oziroma kako je po vašem mnenju bil zadovoljen vaš sorodnik ali znanec:

- POVSERNO ZADOVOLJNI
- DELNO ZADOVOLJNI (nekateri stvari so bile dobre, druge slabe)
- NEZADOVOLJNI
- Ne vem

*10) Ste za vaše delovno mesto po vašem mnenju imeli ustrezne in varne delovne pogoje oziroma jih je imel po vaši oceni vaš sorodnik ali znanec?

- DA
- NE
- Drugo:
- Ne vem

*11) Je bila po vašem mnenju vam oziroma sorodniku, znancu dodeljena delovna oprema primerna in varna za opravljanje dodeljenega dela?

- DA
- NE (če ne, kaj se vam ni zdelo primerno oz. varno)?
- Drugo:
- Ne vem

*12) Ste bili iz strani delodajalca (podjetja) seznanjeni o nevarnostih in tveganjih radioaktivnega sevanja (kot je povečanje tveganja nastanka rakavih obolenj), ki je prisoten v rudi, oziroma je bil po vašem mnenju o tem dovolj seznanjen vaš sorodnik ali znanec?

- DA
- NE
- Ne vem

*13) Ali so bili proti nevarnostim radioaktivnega sevanja po vašem mnenju predvideni kakršnikoli ukrepi (ki recimo niso prisotni v rudnikih podobnega tipa, kjer se ne koplje urana, kot so dodatna zaščitna oprema, dodatna ventilacija, ukrepi za manj dvigovanja prahu), da bi bil vpliv sevanja ter zraven posledice na vas, zaposlene, vašega prijatelja, znanca manjši?

- DA
- DA, A ŠE VEDNO PREMALO
- NE
- Ne vem
- Druga:

[Prejšnja stran](#)

[Naslednja stran](#)



VPRAŠALNIK ZA IZVEDBO INTERVJUJEV UPOKOJENIH ZAPOSLENIH V RUDNIKU ŽIROVSKI VRH

14) ZDRAVSTVENO STANJE

Kako bi na splošno ocenili vaše trenutno zdravstveno stanje oz. stanje sorodnika, znanca?

- DOBRO
- SLABO
- POKOŽNIK
- Ne vem
- Druga:

15) Ste v času zaposlitve večkrat občutili slabost, drisko, ste bruhal, ali imeli mrzlico in ste bili posledično odsotni od dela? Oziroma če vam je znano, ali je imel takšne težave vaš sorodnik ali znanec?

- DA
- NE
- Ne vem
- Druga:

16) Ste v času zaposlitve imeli hujše težave z želodcem, črevesjem ali kostnim mozgom in ste bili posledično odsotni od dela? Oziroma ali je imel takšne težave sorodnik ali znanec?

- DA
- NE
- Ne vem
- Druga:

17) Ali ste v preteklosti imeli oziroma imate danes rakavo obolenje, oziroma ga ima (je imel) sorodnik ali znanec?

- DA, v preteklosti, a sem pozdrav(jen)a
- DA, danes oz. pokojni v preteklosti
- NE
- Ne vem
- Druga:

19) Ali ste v preteklosti oziroma danes trpite za kakšnim drugim kroničnim, akutnim obolenjem? Ali trpi oz. je trpel za takšnim obolenjem sorodnik ali znanec?

DA, v preteklosti

DA, danes

NE

Ne vem

Druga:

Prejšnja stran

Zadnja stran



VPRAŠALNIK ZA IZVEDBO INTERVJUJEV UPOKOJENIH ZAPOSLENIH V RUDNIKU ŽIROVSKI VRH

Odgovorili ste na vsa vprašanja v tej anketi. Hvala za sodelovanje.

V kolikor poznate še kakšnega sorodnika, prijatelja ali znanca, ki je bil zaposlen oz. pozna koga, ki je bil zaposlen v rudniku, lahko anketo rešite zanj, ali pa mu prosim posredujete ta vprašalnik. S tem se bo povečal obseg ljudi, kar bo meni močno olajšalo vrednotenje zgoraj zastavljene hipoteze. Hvala vam!

Prejšnja stran

Konec