

Rudnik urana Žirovski vrh in njegovo zapiranje

Na območju Žirovskega vrha so se na začetku šestdesetih let prejšnjega stoletja pričele geološke raziskave nahajališč uranove rude. V naslednjih letih je bilo izkopano več raziskovalnih rogov, s pomočjo katerih so se potrdila predvidevanja o večjih nahajališčih uranove rude, zato je bila leta 1976 sprejeta odločitev o ustanovitvi podjetja Rudnik urana Žirovski vrh. Leta 1979 so se pričele gradnje rudniških objektov, v letu 1982 pa se je pričelo s poskusnim pridobivanjem uranove rude. Do leta 1984 so bili zgrajeni predelovalni obrat in drugi potrebni objekti in pričela se je proizvodnja uranovega koncentrata.

V izkopanih rovih v skupni dolžini preko 60 km je bil proces odkopavanja rude urejen s selektivnim ločevanjem uranove rude od rudarske jalovine. Vsebnost urana je bila preverjena z meritvijo radioaktivnosti rude. Na osnovi meritev gama sevanja v minskih vrtnah so rudo ločeno odstreljevali in nalagali na kamione. Uranovo rudo so prepeljali v drobilnico in predelovalni obrat v nadaljnjo obdelavo, rudarsko jalovino z vsebnostjo urana pod 0,25 kg/t pa na odlagališče rudarske jalovine Jazbec. V času obratovanja rudnika je bilo izkopanih 3,3 mio t rudnin, iz katerih se je pridobilo 633.000 t uranove rude. V predelovalnem obratu je bilo iz uranove rude proizvedeno 452 t uranovega koncentrata U_3O_8 , oziroma tako imenovane rumene pogače. Rumena pogača se je iz Slovenije vozila na analizo v Nemčijo, nadaljnja predelava rumene pogače, obogatitev urana ^{235}U , izdelava uranovih tabletk ter njihova vložitev v gorivne palice, ki se kot gorivo uporabljajo v jedrskih reaktorjih, pa je potekala v ZDA.

Cene urana so na svetovnem trgu odvisne od številnih dejavnikov, predvsem od ponudbe in povpraševanja, vsebnosti urana v rudnini ter stroškov izkopa in predelave uranove rude. V času poskusnega obratovanja Rudnika urana Žirovski vrh je bil domači uran za polovico dražji od najbolj ugodnih ponudb na svetovni trgu, kar gre pripisati sami začetni fazi investicije v rudnik. Leta 1990 bi moral Rudnik urana Žirovski vrh preiti v fazo optimizacije proizvodnje zmanjšanja stroškov, vendar je tedaj Vlada RS sprejela sklep o začasnem prenehanju izkoriščanja uranove rude. Kljub temu, da so raziskane neizkoriščene zaloge urana v Žirovskem vrhu ocenjene na ekvivalent 16.000 t rumene pogače in kljub temu, da obstaja možnost, da se zaradi morebitnih motenj na svetovnem trgu ali političnih nestabilnosti v državah, kjer izkopljejo največ uranove rude, Rudnik urana Žirovski vrh lahko ponovno aktivira, je bil leta 1992 sprejet Zakon o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanju posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh (Uradni list RS, št. 36/92, 28/00, 121/05 in 22/06). Prav tako je Vlada RS leta 1994 potrdila dolgoročni program trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude. Z izidom omenjenega zakona se je Rudnik urana Žirovski vrh preoblikoval v Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d.o.o.

V naslednjih letih so se izvajale aktivnosti za izvedbo zaprtja objektov, pri čemer je bila pozornost namenjena tudi varstvu okolja, ki vključuje med drugim nadaljevanje že utečenega radiološkega in meteorološkega monitoringa. Nadzor radioaktivnosti v okolici rudnika Žirovski vrh je v domeni Uprave RS za jedrsko varnost. Pregled obsega monitoringa, rezultati meritev, ocena vplivov na okolje kot tudi povzetki izvajanja ostalih aktivnosti prenehanja izkoriščanja uranove rude so podani v letnih poročilih na spletni strani Uprave RS za jedrsko varnost⁽¹⁾. Meritve radioaktivnosti v okolju rudnika Žirovski vrh in ocene doz v zadnjih letih so pokazale, da so ustavitve rudarjenja in doslej izvedena zapiralna dela precej zmanjšali vplive na okolje in na prebivalstvo, pri čemer pa avtorizirane mejne vrednosti doz tudi v preteklosti niso bile presežene. V primerjavi s celotno obsewno obremenitvijo prebivalstva je doprinos nekdanjega rudarjenja uranove rude okoli 1 % povprečne obsevne obremenitve zaradi naravnega sevanja v tem okolju. Izmerjene vrednosti hitrosti zunanje doze so na samem odlagališču bistveno nižje kot v preteklih letih, še posebej v primerjavi pred končno ureditvijo odlagališč v letu 2010 in se praktično ne razlikujejo od naravnega ozadja. Na nekaterih lokacijah v okolici odlagališča so izvajalci meritev celo izmerili višje vrednosti hitrosti doz, kot na odlagališču, kar gre pripisati lokalnim geološkim posebnostim in ne vplivu posledic rudarjenja na okolico.

S prvo dopolnitvijo zakona leta 2000 je bilo določeno, da se mora zapiranje rudnika urana končati do konca leta 2005. Zaradi obsega del prvotno določenega roka ni bilo možno doseči, zato je bil z novo spremembo zakona leta 2005 določen nov rok in sicer 2010. Tudi tega roka žal ni bilo mogoče doseči.

Pomemben mejnik v zapiranju rudnika urana je 29. oktober 2015, ko je Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, dokončno zaprl odlagališče rudarske jalovine Jazbec in ga predal v dolgoročni nadzor in vzdrževanje izvajalcu obvezne državne gospodarske javne službe Agenciji za radioaktivne odpadke. Telo odlagališča rudarske jalovine Jazbec obsega 5,1 ha površine, na njem pa so odloženi poleg rudarske jalovine tudi odpadki iz proizvodnje uranovega koncentrata, kontaminirana oprema predelovalnega obrata in drobilnice ter ruševine in zemljine od sanacije površinskih objektov rudnika v skupni masi približno 1,9 mio t (slika 1). Za izdelavo prekrivke odlagališča je bilo pripeljanih dodatnih 200.000 t zemljin, ki preprečujejo vtok padavinske vode v telo odlagališča in izhajanje radona iz odloženih materialov. Pred zaprtjem odlagališča so bili izvedeni vsi

⁽¹⁾ http://www.ursjv.gov.si/si/info/porocila/letna_porocila_ursjv/#c17847

potrebni sanacijski ukrepi, s katerimi se izključuje nevarnost za zdravje ali življenje ljudi in živali ter onesnaževanje okolja, kot tudi predvidljiva škoda na objektih in okolju.

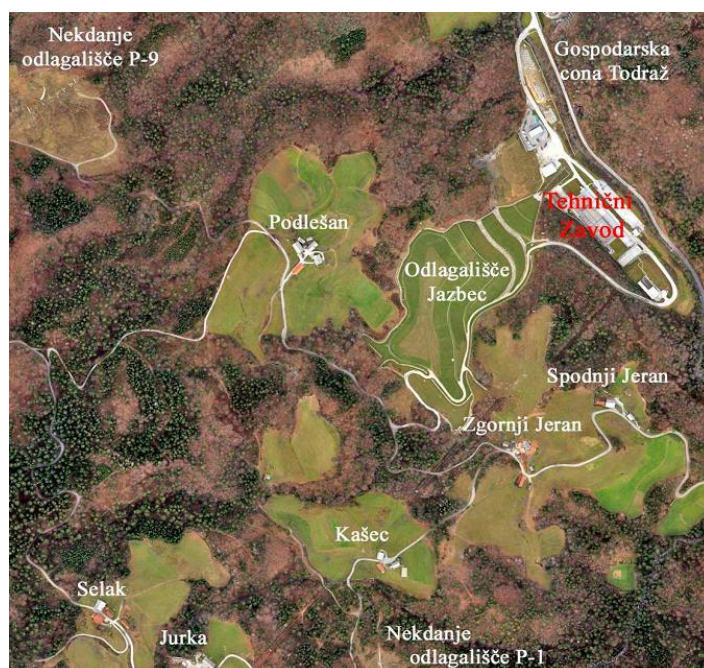
Odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt je še v procesu zapiranja. Telo odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt obsega 4,2 ha površine, na njem pa je odložena poleg hidrometalurške jalovine tudi rudarska jalovina ter zemljina kot ostanek izdelave cest na območju rudnika, v skupni masi približno 720.000 t. Prekrivka odlagališča, ki preprečuje vtok padavinske vode v telo odlagališča in izhajanje radona, je debela 2 m. Geološke značilnosti kamnin pod odlagališčem so v kombinaciji z dodatno obremenitvijo odložene jalovine in prekrivke povzročile nestabilnost odlagališča, ki presega dovoljeno mejo. V varnostnem poročilu odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt je določen projektno predvideni premik odlagališča do 1,5 cm na leto. V letih 1988 do 1990 so bili skupni premiki od 1,5 do 7 cm, merjeno na šestih točkah plazu (slika 2). Prvi velik premik reda velikosti 1,5 m je nastopil po ekstremnem jesenskem deževju leta 1990. Okvirne izmere plazu so 450 m po dolžini, 250 m po širini ter 50 m po globini. Drsna ploskev debeline 1 m je pod telesom odlagališča v matični podlagi karnijsko klastične kamnine, ki je sicer tektonsko prizadeta že po svoji naravni sestavi (slika 3). Zaradi premika plazu so aprila 1995 zgradili drenažni rov, kar je močno zmanjšalo premike plazu, ki so bili v naslednjih letih do 2008 do 0,5 cm na leto. Obdobje ponovnega porasta premika plazu sovpada z gradbenimi deli končne ureditve odlagališča v letih 2008 do 2011, ko so bili letni premiki do 15 cm (med preciznima geodetskima izmerama v letih 2008-2009 velikosti 8,2 cm, 2009-2010 velikosti 15,8 cm, 2010-2011 velikosti 10,5 cm, 2011-2013 velikosti 8,0 cm in 2013-2014 velikosti 3,4 cm). Premik plazu se spreminja predvsem v odvisnosti od količine padavin in trenutno znaša približno 3 cm na leto s tendenco zmanjševanja (slika 4).

Eden izmed pogojev za zaprtje odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt je omejitev pomika odlagališča oziroma hribine znotraj meja, ki bodo izključevale nevarnost za zdravje ali življenje ljudi in živali ter škodo na objektih zaradi plazu v primeru izrednega dogodka. V ta namen je Ministrstvo za okolje in prostor naročilo izdelavo dveh študij. Prva študija, ki jo je izvedel GeoTrias d.o.o., napoveduje splazitev hribine v primeru velikega potresa ob hkratnem obilnem deževju. V primeru omenjenega scenarija popolnega razpada odlagališča bi namreč zaradi razpok v hribini, ki bi jih povzročil potres, obilno deževje tako razmočilo spodnje plasti, da bi lahko prišlo do likvifikacije tal ali hidrometalurške jalovine, to je prehoda dinamično obremenjene, zasičene zemljine iz trdnega v tekoče stanje. Za namen študije sta bila predpostavljena največja potresa s povratno dobo 1.000 let in pričakovanim pospeškom 0,26 g ter 10.000 let in 0,49 g. Obilne padavine so bile določene za 100 letno povratno dobo 194 mm/dan in za 1.000 letno povratno dobo 218 mm/dan. Verjetnost, da bi se izredna dogodka veliki potres in obilne padavine zgodila ob istem času, je seveda majhna. Tako je v študiji navedena 30 % verjetnost, da bo ob najbolj neugodnih predpostavkah v naslednjih 1.000 letih prišlo do pojava likvifikacije, hkrati pa tudi 37 % verjetnost, da do likvifikacije ne bo prišlo, temveč bo premik plazu manjši od 1,5 m. Večja verjetnost, kot pojav likvifikacije, je predvidena za izredni dogodek verjetnost razpada odlagališča, pri čemer ostaja zemljina v trdnem stanju. Pri razpadu odlagališča zaradi pretrgane prekrivke padavinska voda iz samega telesa odlagališča odnaša hidrometalurško jalovino v potok Todraščica. V primeru 1.000 letnih padavin bi odplavilo neposredno z odlagališča 89 m³ hidrometalurške jalovine, dodatni material pa bi nanoslo tudi v bližnji potok na zahodni strani odlagališča. Skupaj bi bilo v potok Todraščica odplavljeno 2.832 m³ hidrometalurške jalovine. Potok Todraščica se nadalje izliva v Brebovščico, ta pa se pri Gorenji vasi izliva v Poljansko Soro. Obilne padavine bi do Gorenje vasi v potoka Todraščica in Brebovščica naplavile skupaj 18.011 m³ grušča. Z modeliranjem poplavnega območja je določeno, da bi se 14.557 m³ grušča zadržalo kot nanos na poplavnem območju, ostali del pa bi se transportiral nizvodno po Poljanski Sori (slika 5). Delež nanosene kontaminirane hidrometalurške jalovine napram grušču je tako ocenjen na 0,19. Vsebnost radioaktivnega ²²⁶Ra bi bila 1.640 Bq/kg nanosa. V primeru 100 letnih padavin je sicer nanos naplavin količinsko manjši, vendar bi bila zaradi višjega deleža kontaminirane jalovine, ki znaša 0,34, vsebnost radioaktivnega ²²⁶Ra v nanosu 2.930 Bq/kg.

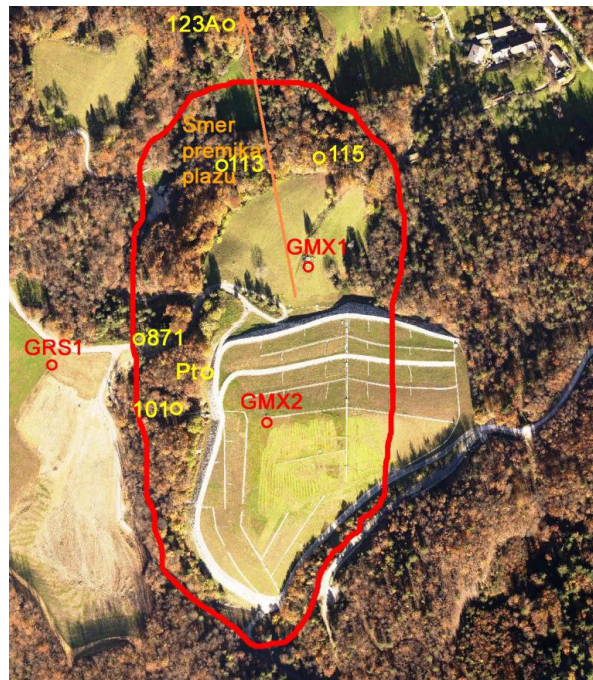
Druga študija, ki jo je izvedel INKO svetovanje, d.o.o. na podlagi zaključkov prve študije, je ovrednotila vpliv sevanja na življenjsko okolje in izpostavljenost sevanju prebivalstva ter delavcev pri sanaciji posledic popolnega razpada odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt. V študiji so bile analizirane vse prenose poti virov radioaktivnosti: zunanje sevanje v bližini nanosov naplavin, inhalacija radona s potomci ter trdnih zračnih delcev z dolgoživimi radionuklidi in zauživanje kontaminiranih vrtnin, sadežev, lokalno pridelanega mleka, jajc ter ulovljenih rib. Rezultati izračunov za primer razpada odlagališča Boršt brez sanacije posledic raznosa (skrajni primer), kažejo, da bi bila učinkovita letna doza za posameznika iz prebivalstva iz Todraške doline v primeru padavin s 100 letno povratno dobo 4,53 mSv/leto, kar je nad zakonsko omejitvijo 1 mSv/leto. Sanacija posledic razpada odlagališča bi bila zato v dolinah potokov Todraščica in Brebovščica potrebna. V primeru, ko bi prišlo zgolj do razpokanja odlagališča in posledičnih nanosov zaradi obilnih padavin učinkovite doze za posameznika iz prebivalstva verjetno ne bi presegale niti 0,01 mSv/leto in sanacija ne bi bila potrebna. Učinkovita doza za delavce pri sanaciji posledic razpada odlagališča je 7,87 mSv/leto in je manjša od zakonsko določene mejne doze za izpostavljene delavce.

Ministrstvo za okolje in prostor zagotavlja finančna sredstva za delovanje Rudnika Žirovski vrh, javnega podjetja za zapiranje rudnika urana, d.o.o., in za plačila nadomestil, kot so predpisana z uredbo zaradi umestitve rudnika urana v ta prostor. Občina Gorenja vas – Poljane je v ta namen v letih 2004 do 2015 prejela od Ministrstva za okolje in prostor 2,52 mio EUR nadomestil za omejeno rabo prostora, 2,1 mio EUR za komunalno opremljanje gospodarske cone Todraž z rekonstrukcijo obstoječega črpališča in za širitev čistilne naprave ter stanovanjske objekte v vrednosti 1,05 mio EUR (prenos stanovanj iz Rudnik Žirovski vrh, javno podjetje za zapiranje rudnika urana, d.o.o., na občino). Cilj Ministrstva za okolje in prostor je ustrezno pripraviti odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt za prenos v dolgoročni nadzor in vzdrževanje Agenciji za radioaktivne odpadke do konca leta 2017, s čimer bi bil Rudnik urana Žirovski vrh dokončno zaprt.

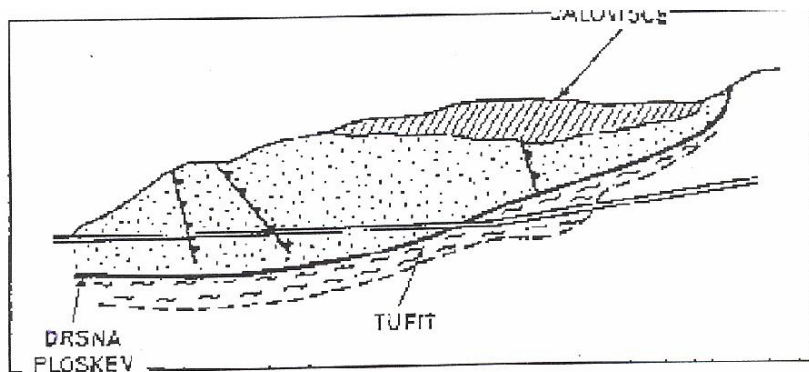
Za boljše razumevanje zgoraj predpostavljenih scenarijev in navedenih podatkov dodajamo na koncu za primerjavo še nekaj pojasnil: temeljna karta potresne nevarnosti Slovenije je izdelana v skladu z zahtevami evropskega predstandarda Eurocode 8 za potrese s povratno dobo 475 let in se uporablja kot eden izmed vhodnih podatkov pri projektiranju mehanske odpornosti in stabilnosti gradbenih objektov; Nuklearna elektrarna Krško ima varnostne sisteme projektirane na pospešek 0,3 g; mejna efektivna doza za izpostavljene delavce je 20 mSv/leto, za izvajanje izjemnih nalog lahko pristojni organ dovoli dvig na 50 mSv/leto. V času obratovanja rudnika urana so jamski delavci prejeli približno 10 mSv/leto; radioaktivnost gradbenega materiala za gradnjo stavb ne sme presegati 300 Bq/kg za ^{226}Ra ; povprečna doza, ki jo prejme posameznik iz prebivalstva od naravnega sevanja, je v Sloveniji 2,5 do 2,8 mSv/leto, od tega je približno polovica zaradi vdihavanja radona s potomci v zaprtih prostorih. Prejete doze na posameznika zaradi obratovanja jedrskih objektov, posledic preteklih jedrskih preizkusov in jedrskih nesreč predstavljajo le nekaj odstotkov prej navedene povprečne vrednosti.



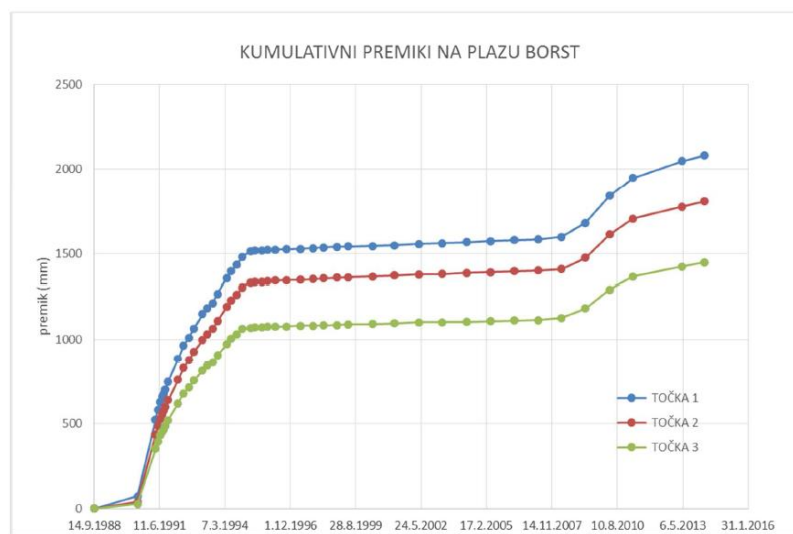
Slika 1: Območje Rudnika urana Žirovski vrh z odlagališčem rudniške jalovine Jazbec (vir: RŽV)



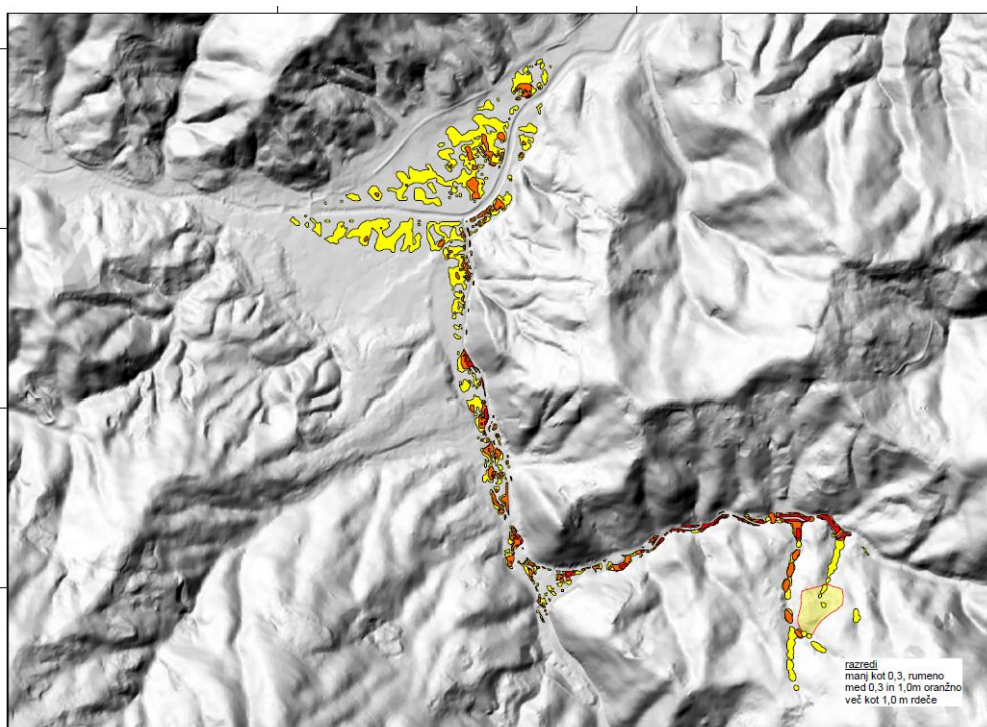
Slika 2: Plaz odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt z glavnimi geodetskimi točkami (vir: RŽV)



Slika 3: Shematski prerez plazu (vir: RŽV)



Slika 4: Premiki točk odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt (vir: RŽV)



Slika 5: Nanos materiala pri popolnem razpadu odlagališča in 1000 letnih padavinah (vir: GeoTrias)