

Dokument:	NSRAO2-POR-030	<div>Naročnik:</div> <div>REPUBLIKA SLOVENIJA</div> <div>Gregorčičeva ulica 20,</div> <div>1000 Ljubljana</div> <div>Po pooblastilu:</div> <div>ARAO, Ljubljana,</div> <div>Celovška cesta 182, 1000 Ljubljana</div>
Ident.,. Oznan. ARAO	02-08-011-004	
Datum:	marec 2019	
Revizija	5	
Število izvodov:		
Objekt:	Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško	
Izvajalec:	ARAO, Ljubljana	
Odgovorni vodja projekta	mag. Sandi Viršek, univ. dipl. inž. geoteh. in rud.	
Naslov dokumenta:		
<div>osnutek Varnostnega poročila za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško</div> <div>Poglavje 11 Obratovalni pogoji in omejitve</div>		

SLEDLJIVOST

Revizija:	Datum (predhodne) revizije:	Kratek opis sprememb, glede na predhodno revizijo:	Opombe:
1	maj 2017	dopolnitev po recenziji	
2	januar 2018	dopolnitev po pregledu pooblaščenca za jedrsko in sevalno varnost	
3	november 2018	dopolnitev po pregledu URSJV	
4	februar 2019	dopolnitev po pregledu URSJV	
5	marec 2019	dopolnitev vloge	

VSEBINA

11	OBRATOVALNI POGOJI IN OMEJITVE.....	6
11.1	SPLOŠNO	6
11.2	OBRATOVALNI POGOJI IN OMEJITVE ZA VARNO OBRATOVANJE.....	6
11.2.1	obratovalna stanja odlagališča.....	6
11.2.2	zahteve za Obratovalne pogoje in omejitve.....	7
11.2.3	Zahteve za osebe, ki izvajajo dela na odlagališču	15
11.2.4	Usposobljenost in kompetence	15
11.2.5	Izračuni in analize	16
11.2.6	Postopki in zapisi.....	16
11.2.7	Poročanje	16
11.3	MERILA SPREJEMLJIVOSTI RADIOAKTIVNIH ODPADKOV	17
11.3.1	Zakonske in druge zahteve za določitev meril sprejemljivosti za odlaganje	18
11.3.2	podlaga za izdelavo meril sprejemljivosti za odlaganje	19
11.3.3	Merila sprejemljivosti za odlaganje	20
11.4	LITERATURA.....	26

KRATICE IN POJMI

OPO – Obratovalni pogoji in omejitve

osnVP – osnutek Varnostnega poročila

NRC - Nuclear Regulatory Commission, neodvisna agencija v ZDA

RAO - Radioaktivni odpadki

NSRAO - nizko- in srednjeradioaktivni odpadki

LLW - Low level waste (nisko radioaktivni odpadki)

ILW - Intermediate level waste (srednjeradioaktivni odpadki)

MS – merila sprejemljivosti

WAC - Waste acceptance criteria (kriteriji sprejemljivosti)

SA - Safety analysis (varnostna analiza)

WPS - Waste Package Specifications (Specifikacija pakirne enote RAO)

WPDS - Waste Package Data Sheet (Podatkovni zapis pakirne enote RAO)

ZVISJV - Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti

Obratovalni pogoji in omejitve (OPO; operational limits and conditions – OLC) so skupina pravil, ki so del Varnostnega poročila in določajo omejitve parametrov, zmogljivost in delovanje opreme ter ukrepanje osebja za varno obratovanje sevalnega ali jedrskega objekta [1].

Varnostna rezerva (safety margin) so razlike med predpisanimi mejnimi vrednostmi in varnostnimi mejami [1].

Varnostne meje (safety limit) so vrednosti parametrov, ki jih določajo OPO [1].

Avtorizirane mejne doze se izražajo kot avtorizirane mejne vrednosti katerekoli sevalne veličine, ki jo določi pristojni upravni organ za posamezni vir sevanja ali za delo z viri sevanj. Avtorizirane mejne doze so praviloma nižje od primarnih, sekundarnih ali izpeljanih mejnih doz [1]. Mejne doze, navedene v OPO so avtorizirane mejne doze [2].

Operativne mejne doze se izražajo kot operativne mejne vrednosti katerekoli sevalne veličine, ki jo za posamezno sevalno dejavnost ali posamezni vir sevanja odredi pooblaščen izvedenec varstva pred sevanji. Operativne mejne doze so lahko enake avtoriziranim mejnim dozam ali nižje od njih. Operativne mejne doze so opredeljene v pisnih postopkih odlagališča in so nižje od avtoriziranih mejnih doz, ki so določene v OPO [2].

Radioaktivna snov je vsaka snov, ki vsebuje enega ali več radionuklidov, katerih aktivnosti ali koncentracije ne moremo zanemariti glede na merila varstva pred ionizirajočimi sevanji.

Ravnanje z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom so vse organizacijske in fizične dejavnosti, ki se izvajajo pri shranjevanju, premeščanju, predelavi, skladiščenju ali odlaganju radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva.

Merila sprejemljivosti za prevzem v skladiščenje ali odlaganje so kakovostno ali količinsko izražene zahteve v zvezi z lastnostmi radioaktivnih odpadkov, ki jih morajo izpolnjevati radioaktivni odpadki zaradi varnosti njihovega skladiščenja ali odlaganja.

Pakirna enota je embalaža skupaj z notranjimi pregradami ali absorpcijskim materialom, radioaktivnimi odpadki. Pakirna enota je tudi nepakiran kosovni radioaktivni odpadek.

Končna pakirna enota (KPE) je končna pakirna enota pripravljena za odlaganje.

Embalaža so izdelki, namenjeni temu, da radioaktivne odpadke ali izrabljeno gorivo obdajajo ali držijo skupaj zaradi shranjevanja ali varovanja, zaradi ravnanja z njimi, zaradi njihove dostave ali predavitve na poti od kraja nastanka v predelavo, med skladiščenjem ali med odlaganjem. V embalažo so vloženi radioaktivni odpadki neposredno ali že predhodno embalirani.

Karakterizacija RAO je določitev fizikalnih, kemijskih in radioloških lastnosti radioaktivnih odpadkov z namenom prilagoditi odpadke za nadaljnje ravnanje, skladiščenje oz. odlaganje.

11 OBRATOVALNI POGOJI IN OMEJITVE

11.1 Splošno

Poglavje Obratovalni pogoji in omejitve je smiselno razdeljeno na dva vsebinska dela. V prvem so predstavljeni in opisani obratovalni pogoji in omejitve za varno obratovanje ter opredelitev veljavnosti obratovalnih pogojev in omejitev, ukrepov v primeru neskladnosti z obratovalnimi pogoji in omejitvami ter nadzora nad parametri, ki jih urejajo obratovalni pogoji in omejitve. Ti so povzeti po referenčnem dokumentu Obratovalni pogoji in omejitve [3].

V drugem delu pa so predstavljena merila sprejemljivosti za odlaganje radioaktivnih odpadkov, ki so povzeta po referenčni dokumentaciji Merila sprejemljivosti [4].

11.2 OBRATOVALNI POGOJI IN OMEJITVE ZA VARNO OBRATOVANJE

Podlaga za opise v zvezi z obratovanjem odlagališča in s tem povezanimi obratovalnimi pogoji in omejitvami je Idejna zasnova, Rev. C, za projekt Odlagališče NSRAO Vrbin, Krško [5].

11.2.1 OBRATOVALNA STANJA ODLAGALIŠČA

11.2.1.1 Splošno

Obratovalna stanja odlagališča, ki vključujejo normalne obratovalne dogodke, nenormalno obratovanje (pričakovani obratovlani dogodki) in izredne projektne dogodke in nesreče, so:

- Obratovalno stanje 1 – Sprejem in odlaganje NSRAO;
- Obratovalno stanje 2 – Pripravljenost na sprejem in odlaganje NSRAO;
- Obratovalno stanje 3 – Neodlagalna dela v območju silosa; in
- Obratovalno stanje 4 – Mirovanje (prekinitev obratovanja).

Kot posebno obratovalno stanje oziroma način delovanja odlagališča v smislu doseganja obratovalnih pogojev in omejitev, ki so podani v MS, nastopa tudi odlagališče v obdobju dolgoročnega nadzora. Opisano je v posebni referenčni dokumentaciji Načrt dolgoročnega nadzora [6].

Opis obratovalnih stanj odlagališča je podan v nadaljevanju.

11.2.1.2 Stanje 1 – Sprejem in odlaganje NSRAO

Odlagališče redno obratuje in sprejema odlagalne zabojnike v skladu s programom odlaganja. Vsi sprejeti zabojniki so sproti tudi odloženi. Na odlagališču je tedensko prisotno vozilo s prispelo pošiljko. Naprave in sistemi, potrebni za sprejem, evidentiranje zabojnikov in odlaganje, obratujejo. Vsa delovna mesta so zasedena.

11.2.1.3 Stanje 2 – Pripravljenost na sprejem in odlaganje NSRAO

Odlagališče je v fazi pripravljenosti za sprejem in odlaganje NSRAO. Naprave in sistemi, potrebni za sprejem, evidentiranje zabojnikov in odlaganje so pripravljeni na obratovanje. Delovna mesta so le deloma zasedena.

11.2.1.4 Stanje 3 – Neodlagalna dela v območju silosa

Na območju silosa (ki zajema sam silos kot tudi ploščad v hali nad silosom) se izvaja nameščanje drenaž ob steni silosa, polnjenje praznin med zabojniki in izdelava izravnalnih plasti prek odloženih slojev zabojnikov. Pri delu sodelujejo zunanji gradbeni izvajalci. Število prevozov neradioaktivnih materialov je povečano.

11.2.1.5 Stanje 4 – Mirovanje (prekinitev obratovanja)

Odlagališče je za dlje časa prekinilo obratovanje. Obseg dejavnosti na odlagališču je močno zmanjšan. Zasedenih je le nekaj delovnih mest. Opis obdobja mirovanja odlagališča je podan v poročilu Obdobje mirovanja [7] in v poglavju 9.13. osnVP.

11.2.2 ZAHTEVE ZA OBRATOVALNE POGOJE IN OMEJITVE

Varnostno poročilo odlagališča NSRAO mora vsebovati mdr. tudi obratovalne pogoje in omejitve za varno obratovanje ter tehnične osnove, v katerih so obrazložene strokovne podlage za vsak obratovalni pogoj ali omejitev [1]. V osnutku varnostnega poročila so tako pripravljeni predlogi obratovalnih pogojev in omejitev, ki bodo podrobneje obdelani v Varnostnem poročilu.

11.2.2.1 Doza na ograji

OPO: Efektivna doza zaradi neposrednega obsevanja, tekočinskih izpustov in izpustov v zrak ter odprave nadzora nad sekundarnimi radioaktivnimi odpadnimi snovmi na ograji odlagališča ne sme presegati 200 μ Sv na leto.¹ Pri tem se šteje, da je to doza najbolj obremenjenega posameznika iz prebivalstva, ki je lahko tudi delavec v čistilni napravi Vipap (v primeru tekočinskih izpustov v kanalizacijo, ki vodi do čistilne naprave VIPAP).

Razlog za uveljavitev: Predlog OPO je podan na podlagi smernice (obrazloženo spodaj).
Smernica je v skladu z dobro mednarodno prakso.

Veljavnost: V vseh obratovalnih stanjih.

Ukrepi: a) V primeru preseganja OPO poročanje v 30-tih dneh skladu s točko 11.2.7 in napoved izvedbe korektivnih ukrepov.

b) V primeru preseganja OPO takojšnja izvedba dejavnosti za zmanjšanje sevalnih obremenitev.

Nadzor: a) Kumulativna efektivna doza se določa vsaj na vsake tri mesece. Zajema neposredno obsevanje ter atmosferske in tekočinske izpuste. Izračun doze se

¹ Občina Krško je v smernicah (Sklep o smernicah za načrtovanje predvidene prostorske ureditve – Državni prostorski načrt za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov, št.: 350-05-12/2014(o500), 9. 2. 2006 podala zahtevo 2.1, da je potrebno na ograji odlagališča zagotoviti najnižjo možno ekvivalentno dozo sevanja oziroma da ekvivalentna doza sevanja na ograji odlagališča in na ograji NEK na leto ne sme presegati 0,2 mSv. Ta doza je kot mejna vrednost že določena za območje NEK, ki ga ureja Odlok o ureditvenem načrtu NEK, Ur.l. SRS 48/87.

izvaja v skladu s pisnim postopkom. Pri izračunu se upoštevajo dozni koeficienti, podani v Uredbi UV2 [8].

b) Kumulativna doza iz tekočih in plinastih izpustov se določi v skladu z določili iz tega dokumenta vsaj na vsake tri mesece.

c) Kumulativna doza zaradi obsevanosti se določi na podlagi podatkov monitoringa na tri mesece. Privzame se vrednost merilnega mesta z najvišjo izmerjeno kumulativno vrednostjo.

11.2.2.2 Doza zaradi tekočinskih izpustov

OPO: a) Efektivna doza zaradi tekočinskih izpustov na ograji odlagališča ne sme presegati 5 μSv na leto. Pri tem se šteje, da je to doza najbolj obremenjenega posameznika iz prebivalstva, ki je lahko tudi delavec v čistilni napravi Vipap.

b) Koncentracija aktivnosti sevalcev v tekočinskih izpustih ne sme presegati predpisanih koncentracij za opustitev nadzora, ki bodo izračunane in ocenjene skladno z 14. in 18. členom uredbe UV 2 [8]. Način izračuna in ocene se potrdi v okviru potrditve osnVP.

c) Merilniki oziroma mesta vzorčenja za potrebe izvajanja monitoringa tekočinskih izpustov morajo biti operabilni po posameznih merilnih mestih oziroma mestih vzorčenja najmanj v številu, kot je navedeno v referenčni dokumentaciji Obratovalni monitoring [9] in povzeto v 15. poglavju tega osnVP.

Razlog za uveljavitev:

Letna efektivna doza zaradi tekočinskih izpustov na ograji oziroma v okolici NEK znaša manj kot 0,43 μSv (Letno poročilo URSJV za leto 2013, Preglednica 24). Avtorizirana letna efektivna mejna doza na razdalji 500 m od reaktorja NEK znaša manj kot 50 μSv (NEK TS, 3.11.4.2); Odločba URSVS 525-01/89-5,34 CSRAO: izpusti v skladu z ND-RZ-01 znaša 0,5 μSv (Varnostno poročilo za CSRAO, Rev. 0, julij 2003).

V skladu z Uredbo UV2, 14. in 18. člen. Upoštevanje predpisane mejne vrednosti (vzorec TS NEK 3.11.4.1). Alternativa: določitev mejnih koncentracij v skladu z Uredbo UV2, in ob upoštevanju predpisanih konverzijskih faktorjev in mejne avtorizirane doze (5 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$) in upoštevanje deleža predpisane mejne vrednosti (vzorec TS NEK 3.11.4.1).

Veljavnost: V vseh obratovalnih stanjih.

Ukrepi: a) Takojšnja izvedba dejavnosti za zmanjšanje sevalnih obremenitev v primeru preseganja OPO.

b) Operabilnost neoperabilnega merilnika oziroma mesta vzorčenja iz referenčnega dokumenta Obratovalni monitoring [9] (predstavljeno v poglavju 15 tega osnVP) je treba vzpostaviti v dveh dneh v primeru obratovalnih stanj št. 1 in 3, v sedmih dneh v primeru obratovalnega stanja 2 in v 30 dneh v primeru obratovalnega stanja 4.

c) Če operativnost merilnika oziroma vzorčnega mesta iz referenčnega dokumenta Obratovalni monitoring [9] (predstavljeno v poglavju 15 tega osnVP) ni vzpostavljena v zahtevanem roku, je treba monitoring tekočinskih izpustov zagotoviti s pomožnimi merilniki in v primeru obratovalnega stanja št. 1, prekiniti dovoz NSRAO na odlagališče. O neskladnosti z OPO je treba poročati v 30 dneh.

Nadzor: a) Meritve, nadzor merilnih naprav in vzorčnih mest, vzorčenje in analiza izpustov se izvaja v skladu z referenčnim dokumentom Obratovalni monitoring [9] (predstavljeno v poglavju 15 tega osnVP).

b) Izračun doze se izvaja v skladu s pisnim postopkom. Pri izračunu se upoštevajo dozni koeficienti, podani v Uredbi UV2 [8].

11.2.2.3 Doza zaradi izpustov v zrak

OPO: a) Efektivna doza zaradi izpustov v zrak na ograji odlagališča ne sme presegati 5 μSv na leto.

b) Merilniki za potrebe izvajanja monitoringa izpustov v zrak morajo biti operabilni po posameznih merilnih mestih najmanj v številu, kot je navedeno v referenčni dokumentaciji Obratovalni monitoring [9] (predstavljeno v poglavju 15 tega osnVP).

Razlog za uveljavitev:

Letna efektivna doza zaradi izpustov v zrak, vključno z usedi, na ograji oziroma v okolici NEK znaša manj kot 0,05 μSv (Letno poročilo URSJV za leto 2013, Preglednica 24). Avtorizirana letna efektivna mejna doza na razdalji 500 m od reaktorja NEK znaša za žlahtne pline 50 μSv (NEK TS, 3.11.5.2); CSRAO: največja doza zaradi inhalacije radona znaša 0,05 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$ (Varnostno poročilo za CSRAO, Rev. 0, julij 2003, točka 7.2.2).

Veljavnost: V vseh obratovalnih stanjih.

Ukrepi: a) Takojšnja izvedba dejavnosti za zmanjšanje sevalnih obremenitev v primeru preseganja OPO.

b) Operabilnost neoperabilnega merilnika iz referenčne dokumentacije Obratovalni monitoring (predstavljeno v poglavju 15 tega osnVP) je treba vzpostaviti v dveh dneh v primeru obratovalnih stanj št. 1 in 3, v sedmih dneh v primeru obratovalnega stanja 2 in v 30 dneh v primeru obratovalnega stanja 4.

c) Če operativnost merilnika iz referenčne dokumentacije Obratovalni monitoring (predstavljeno v poglavju 15 tega osnVP) ni vzpostavljena v zahtevanem roku, je treba monitoring izpustov zagotoviti z mobilnimi merilniki, dovoz NSRAO na odlagališče (v primeru obratovalnega stanja št. 1) pa prekiniti. O neskladnosti z OPO je treba poročati v 30 dneh.

d) V primeru, ko je zaznana aktivnost v izpustih v zrak iz prezračevalnega sistema TO in jaška silosa, se izvede izolacija prezračevalnega sistema in

izklop sistema. Stanje izolacije in izklopa se prikaže v sistemu vodenja in nadzora.

- Nadzor:
- a) Meritve, nadzor nad stanjem opreme, vzorčenje in analiza izpustov se izvaja v skladu z referenčnim dokumentom Obratovalni monitoring (predstavljenim v poglavju 15 tega osnVP).
 - b) Izračun doze se izvaja v skladu s pisnim postopkom. Pri izračunu se upoštevajo dozni koeficienti, podani v Uredbi UV2 [8].

11.2.2.4 Sprejemljivost NSRAO za odlaganje

- OPO:
- a) Odlagati je dovoljeno le NSRAO, ki so vstavljeni v enotne odlagalne zabojnike in ki ustrezajo MS oziroma WAC za odlaganje, opredeljene v dokumentu Merila sprejemljivosti RAO za odlagališče NSRAO [4]. Preverjanje skladnosti z MS (WAC) se izvaja v NEK.
 - b) Na področje odlagališča je z namenom odlaganja dovoljeno sprejeti le odlagalni zabojnik z NSRAO, ki je pripeljan v skladu s programom dovoza NSRAO in ki ustreza vnaprej opredeljenim pogojem, preverjanim pri vstopnem pregledu.
 - c) Na področje odlagališča je z namenom odlaganja dovoljeno sprejeti odlagalni zabojnik z NSRAO le, če so izpolnjeni vsi OPO.

Razlog za uveljavitev:

V odlagališče NSRAO ne morejo biti odloženi odpadki, ki niso skladni z merili sprejemljivosti in zanje ni opravljena varnostna analiza, ki potrjuje njihovo varno odlaganje.

Veljavnost: V obratovalnem stanju št. 1. Sprejem NSRAO na odlagališče v ostalih obratovalnih stanjih ni dovoljeno.

- Ukrepi:
- a) V primeru neustreznega prispelega zabojnika, se zabojnik vrne pošiljatelju.
 - b) V primeru neustreznega prispelega zabojnika se takoj preveri vzroke za nastalo neskladnost in opredeli korektivne ukrepe.
 - c) V primeru neustreznega prispelega zabojnika se izvede poročanje v 30-tih dneh v skladu s točko 11.2.7 in napoved izvedbe korektivnih ukrepov.

- Nadzor:
- a) Prevoz NSRAO na odlagališče se izvaja v skladu s Programom sprejema NSRAO na odlagališče in s poprejšnjo najavo vsakega prevoza posebej.
 - b) Upravitelj odlagališča izvaja nadzor priprave NSRAO na odlaganje in skladnost odlagalnih paketov z MS na mestu priprave na odlaganje.
 - c) Pri vstopu na odlagališče se izvaja vstopni pregled prispele pošiljke z NSRAO v skladu z zahtevami, Programa sprejema NSRAO na odlagališče, MS (WAC), ADR in zahtevami fizičnega varovanja odlagališča.

d) Preverjanje skladnosti z merili sprejemljivosti se bo izvajalo na lokaciji priprave odpadkov na odlaganje. Preverjanje bo izvajal izvajalec priprave odpadkov na odlaganje, kontrolo pa bo izvajal ARAO skladno z referenčnim dokumentom Merila sprejemljivosti.

11.2.2.5 Operabilnost dvigalnih naprav

- OPO:
- a) Nosilnost dvigala in drugih naprav za izvajanje odlaganja zabojnikov v silos je 40 t. Obešeno breme visi na dveh ločenih vrvnih sistemih z ločenima pogonoma in z dvema zavorama na vsakem pogonskem sistemu.
 - b) Prijemalo za izvajanje odlaganja zabojnikov v silos je opremljeno z napravo za ugotavljanje zaprtosti prijemala, ki preprečuje izvajanje dviga/spusta bremena, če prijemalo ni zaprto. Z isto napravo se ugotavlja odprtost prijemala, ki preprečuje dvig prijemala iznad pravkar odloženega zabojnika, če prijemalo ni odprto.
 - c) V času, ko ne obratuje, je dvigalo v štirih vogalnih mestih protipotresno pritrjeno na podlago, tako da je vsa nosilna konstrukcija dvigala izven vertikalne projekcije silosa.

Razlog za uveljavitev:

OPO je definiran glede na projektne lastnosti dvigalnih naprav in predvidenih odpadkov, ki se jih bo odlagalo, ter pravilnika o splošnih ukrepih in normativih za varstvo pri delu z dvigali (žerjavi), Ur.l. SFRJ 30/69.

Veljavnost: OPO.a in OPO.b v obratovalnih stanjih št. 1, 2 in 3. OPO.c v obratovalnih stanjih št. 2 in 4 ter v 3, ko dvigalo več kot 8 ur ni potrebno za transport materiala.

Ukrepi:

- a) V primeru neoperabilnosti (okvare) dvigala OPO.a ali prijemala OPO.b. dvigalo ne sme obratovati. Dovoz zabojnikov z NSRAO se ne izvaja.
- b) Protipotresna pritrditev dvigala se izvede najkasneje v 1 uri po koncu uporabe dvigala, če je predvideno, da dvigalo ne bo delovalo več kot 8 ur.

Nadzor:

- a) Operabilnost dvigala (žerjava) se obdobjno preverja v skladu z matično knjigo dvigala [10] (ter z Navodili za upravljanje in vzdrževanje žerjava – dvigala, ki bodo pripravljena v naslednjih fazah projekta).
- b) Po vsaki prekinitvi uporabe dvigala za več kot 7 dni se operabilnost dvigala in prijemala preveri s testnim dvigom testnega zabojnika mase vsaj 20 t.² Testni dvig se izvaja tako, da je zabojnik ves čas izven vertikalne projekcije silosa.

² Namen: preizkus operabilnosti prijemala in sistemov upravljanja dvigala. Povprečna masa zabojnikov znaša 27 t.

Dvigalna tehnika je podrobneje opisana v tehnološkem načrtu NRVB---5T/02, pri tem je namestitev testnega zabojnika prikazana na risbi NRVB---5T3010 [5] in opisana v 6. poglavju tega osnVP.

11.2.2.6 Operabilnost črpališča v silosu

- OPO:
- a) V črpališču zbirnega bazena v silosu morata biti operabilni dve črpalki zmogljivosti 5 L/s vsaka.
 - b) Vklon in izklon črpalk je zagotovljen prek nivojskih stikal, ki sta odvisna od količine vode v bazenu. Količina vode ob avtomatskem vklopu ne sme presegati 80 % zmogljivosti zbirnega bazena.³
 - c) Meritev trenutnega nivoja vode v bazenu je zagotovljena preko merilnika nivoja. Prikaz meritve nivoja je zagotovljen v sistemu vodenja in nadzora.

Razlog za uveljavitev:

OPO je definiran glede na ocenjene količine vode, ki bi se lahko zbrala v drenažnem sistemu.

Veljavnost: V vseh obratovalnih stanjih.

- Ukrepi:
- a) Operabilnost neoperabilne črpalke je treba vzpostaviti v dveh dneh v primeru obratovalnih stanj št. 1 in 3, v sedmih dneh v primeru obratovalnega stanja 2 in v 30 dneh v primeru obratovalnega stanja 4.
 - b) Operabilnost neoperabilnega merilnika nivoja je treba vzpostaviti v dveh dneh v primeru obratovalnih stanj št. 1 in 3, v sedmih dneh v primeru obratovalnega stanja 2 in v 30 dneh v primeru obratovalnega stanja 4.
 - c) Če operabilnost črpalke (Ukrep a) in merilnika (Ukrep b) ni vzpostavljena v zahtevanem roku, je treba z mobilnimi oziroma posebnimi sredstvi zagotoviti zadostne zmogljivosti za črpanje vode iz silosa ter zagotoviti preverjanje trenutnega nivoja vode v bazenu. V primeru obratovalnega stanja št.1 se prekine dovoz NSRAO na odlagališče. O neskladnosti z OPO je treba poročati v 30 dneh.
- Nadzor:
- a) Prikaz trenutnega nivoja vode v bazenu se v sistemu vodenja in nadzora v vseh obratovalnih stanjih izvaja neprekinjeno.
 - b) Testiraje črpalke in naprav za ročen vklop črpalk in vklop črpalk na podlagi nivoja vode v bazenu v primeru vseh obratovalnih stanj na tri mesece.⁴

11.2.2.7 Zagotavljanje električnega napajanja

- OPO:
- a) Zagotovljena morata biti dva neodvisna vira napajanja: priključek na javno distribucijsko omrežje (zunanje napajanje) in priključek na varnostno napajanje z dizel agregatom.

³ V kanalizacijo se bo prečrpavalo le vodo, za katero bo poprej opravljena analiza oziroma za katero bo zaradi dolgoročnega spremljanja stanja možno zagotavljati, da kontaminacija vode ne presega mejnih vrednosti. Nepregledano vodo se bo v primeru avtomatskega vklopa prečrpavalo v kontrolni bazen.

⁴ Zgled TS NEK, 3.1.2.4;

b) Dizel agregat za varnostno napajanje mora imeti zagotovljeno zalogo goriva za 24-urno obratovanje na polni moči.

Razlog za uveljavitev:

OPO je definiran za zagotavljanje električnega napajanja v primeru izpada zunanjega napajanja, predvsem v fazi odlaganja odpadkov v silos z odlagalnimi napravami.

Veljavnost: V vseh obratovalnih stanjih.

Ukrepi: a) V primeru izpada zunanjega napajanja se dejavnosti sprejema in odlaganja NSRAO prekinejo takoj, dejavnosti neodlagalnih del na območju silosa pa v najkrajšem možnem času oz. najkasneje v osmih urah po izpadu.

b) Zunanje napajanje in varnostno napajanje je treba vzpostaviti v 24 urah v obratovalnih stanjih 1 in 3 in v 72 urah v obratovalnih stanjih 2 in 4.

c) Če zunanje napajanje ali varnostno napajanje ni vzpostavljeno v zahtevanem roku, je treba z mobilnimi sredstvi za napajanje zagotoviti zadostno rezervno preskrbo z električno energijo. V primeru obratovalnega stanja št.1 se prekine dovoz NSRAO na odlagališče. O neskladnosti z OPO je treba poročati v 30 dneh.

Nadzor: a) Mesečno se preverja količina goriva v rezervoarju dizel agregata.

b) Na tri mesece se izvaja ročni poizkusni zagon dizel agregata in priklop napajanja na varnostno napajanje. Če so bile pri zadnjih dveh zagonih zaznane težave, se preskusni zagon izvaja na en mesec.⁵ Avtomatski poizkusni zagon z izgubo zunanjega vira napajanja se izvaja vsakih 18 mesecev.

11.2.2.8 Zagotavljanje požarnega javljanja

OPO: Vsi javljalniki požara, ki so nameščeni v skladu s projektno dokumentacijo in na podlagi študije požarne varnosti morajo delovati.⁶

Razlog za uveljavitev:

Na podlagi dobre prakse.

Veljavnost: V vseh obratovalnih stanjih.

Ukrepi: a) Operabilnost neoperabilnih javljalnikov je treba vzpostaviti v enem tednu v primeru obratovalnih stanj št. 1, 2 in 3 in v enem mesecu v primeru obratovalnega stanja št. 4.

b) V požarnih sektorjih z neoperabilnimi javljalniki požara je treba v primeru obratovalnih stanj št. 1 in 3 prekiniti z izvajanjem dejavnosti v teh požarnih

⁵ Zgled TS NEK, 3.8.1.1; Design of Emergency Power systems for Nuclear Power Plants, SAfety guide No. NS-G-1.8, IAEA, 2004: preskušanje DG vsak mesec;

⁶ Zgled za OPO: TS NEK, 3.3.3.8;

sektorjih ali pa s posebnimi sredstvi (npr. požarno stražo) zagotoviti nadzor nad požarno varnostjo.

- Nadzor:
- a) Pregled delovanja sistema javljalnikov požara se prek požarne centrale v primeru vseh obratovalnih stanj izvaja neprekinjeno.
 - b) Testiranje delovanja sistema javljalnikov se izvaja na šest mesecev v primeru obratovalnih stanj št. 1, 2 in 3 in vsaj enkrat letno v primeru obratovalnega stanja št. 4.⁷

11.2.2.9 Operabilnost protipožarnih sistemov

- OPO:
- a) V črpališču bazena požarne vode mora biti operabilna hidroforna postaja z dvema črpalkama skupne zmogljivosti 15 L/s vsaka.
 - b) Zadostna količina požarne vode v bazenu (108 m³) se zagotavlja iz vodovodnega omrežja prek samodejnega plovnega ventila.

Razlog za uveljavitev:

OPO se uveljavlja na podlagi projektnih pogojev.

Veljavnost: V vseh obratovalnih stanjih.

- Ukrepi:
- a) Operabilnost neoperabilne hidroforne postaje je treba vzpostaviti v dveh dneh v primeru obratovalnih stanj št. 1 in 3, v sedmih dneh v primeru obratovalnega stanja 2 in v enem mesecu v primeru obratovalnega stanja 4.
 - b) Operabilnost plovnega ventila je treba vzpostaviti v dveh dneh v primeru obratovalnih stanj št. 1 in 3, v sedmih dneh v primeru obratovalnega stanja 2 in v 30 dneh v primeru obratovalnega stanja 4.
 - c) Če operabilnost hidroforne postaje in plovnega ventila ni zagotovljena v primeru obratovalnih stanj št. 1 in št. 3, je treba prekiniti z izvajanjem dejavnosti ali pa z mobilnimi oziroma posebnimi sredstvi preverjati in zagotavljati zadostno preskrbo s požarno vodo.

- Nadzor:
- a) Pregled stanja hidroforne postaje s pomočjo nadzornega sistema hidroforne postaje in stanja vode v bazenu se s pomočjo merilnika nivoja vode v bazenu se prek požarne centrale v primeru vseh obratovalnih stanj izvaja neprekinjeno.
 - b) Testiraje hidroforne postaje in plovnega ventila enkrat mesečno v primeru obratovalnih stanj št. 1, 2 in 3 in na pol leta v primeru obratovalnega stanja št. 4.⁸

⁷ Zgled TS NEK, 3.3.3.8.1;
⁸ Zgled TS NEK, 3.1.2.4;

11.2.3 ZAHTEVE ZA OSEBE, KI IZVAJAJO DELA NA ODLAGALIŠČU

11.2.3.1 Splošne zahteve

1. Vse zaposlene osebe in zunanji izvajalci imajo opravljeno splošno usposabljanje za potrebe dela na odlagališču, ki vsebuje zlasti seznanitev z delovanjem odlagališča in NSRAO, osnove radiološke zaščite, zahteve varnosti in zdravja pri delu, zahteve varstva pred požarom in prve pomoči ter zahteve varovanje in omejitve dostopa. Zahteve za usposabljanje določa dokument Usposabljanje [11].
2. Zaposlene osebe in zunanji izvajalci, ki izvajajo dela, pomembna za jedrsko varnost, imajo kompetence in so usposobljeni po posebnem postopku v skladu z zahtevami poglavja II. pravilnika o zagotavljanju usposobljenosti delavcev v sevalnih in jedrskih objektih (Pravilnik JV4) [12]. Za delavce v organizacijski enoti varstva pred sevanji je potrebno upoštevati tudi Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalnih dejavnosti in imetnika virov ionizirajočih sevanj SV [13].
3. Zaposlene osebe in zunanji izvajalci, ki izvajajo dela v radiološko nadzorovanem območju oziroma dela, neposredno povezana z zabojniki z NSRAO, so usposobljeni za tovrstna dela, pri čemer je program usposabljanja odvisen od vrste in obsega del in jim je priznana zdravstvena sposobnost za tovrstna dela.
4. Vodja odlagališča in tehnični vodja odlagališča imata pridobljeno dovoljenje v skladu s poglavjem IV.3 pravilnika o zagotavljanju usposobljenosti delavcev v sevalnih in jedrskih objektih (Pravilnik JV4) [12].
5. Zaposlene osebe in zunanji izvajalci, ki izvajajo dela v zvezi z SSK, pomembnimi za jedrsko varnost, so varnostno preverjeni.

11.2.3.2 Zahteve za število oseb

Potrebno število oseb za izvajanje posameznih obratovalnih stanj je podano v razpredelnici (Tabela 11.1). Število oseb je izraženo s številom delovnih mest, ki jih lahko zasedajo zaposleni ali zunanji izvajalci.

Delovna mesta so lahko zasedana za polni delovni čas ali del delovnega časa.

Število oseb za izvajanje neodlagalnih del na območju silosa v obratovalnem stanju št. 3 je okvirno določeno in ne velja kot zahteva.

Zasedbo delovnih mest podrobno določa pisni postopek.

11.2.4 USPOSOBLJENOST IN KOMPETENCE

Zahteve za usposobljenost in druge kompetence za osebe so podane v zadnjem stolpcu razpredelnice (Tabela 11.1).

Oznake pomenijo:

- SU – splošno usposabljanje
- PU – posebno usposabljanje (v skladu s Pravilnikom JV4)
- RZ – usposabljanje s področja radiološke zaščite (po stopnjah zahtevnosti)
- DOV - dovoljenje (v skladu s Pravilnikom JV4)

Tabela 11-1: Zasedba delovnih mest in usposobljenost zaposlenih (povzeto po [11])

Delovno mesto	Število oseb po obratovalnih stanjih				Usposobljenost/ dovoljenje
	Stanje 1 Odlaganje	Stanje 2 Pripravljenost	Stanje 3 Neodlagalna dela	Stanje 4 Mirovanje	
Splošni del					
Vodja odlagališča	1	1	1	1	SU, PU, RZ, DOV
Vzdrževalec/serviser	1	1	1	0	SU, PU, RZ
Varovanje					
Vodenje varovanja	1	1	1	1	SU, RZ
Varnostnik/receptor 1	1	1	1	1	SU, RZ
Varnostnik/receptor 2	1	1	1	0	SU, RZ
Varstvo pred sevanji					
Vodja službe varstva pred sevanji	1	1	1	1	SU, RZ
Radiolog 1	1	0	1	0	SU, RZ
Radiolog 2	1	0	1	0	SU, RZ
Tehnologija					
Tehnični vodja odlagališča/tehnolog	1	1	1	1	SU, PU, RZ, DOV
Logistik 1 (sprejem, evidentiranje)	1	1	1	0	SU, PU, RZ
Operater 1 (vodenje sistemov, dvigala)	1	1	1	1	SU, PU, RZ
Operater 2 (vodenje sistemov, dvigala)	1	0	1	0	SU, PU, RZ
Neodlagalna dela na območju silosa					
Izvajalci del in prevozov	0	0	10	0	SU, PU, RZ
SKUPAJ	12	9	22	6	

11.2.5 IZRAČUNI IN ANALIZE

Izračuni in analize radioloških vplivov se izvajajo v skladu s poročilom Obratovalni monitoring [9] (predstavljeno v poglavju 15 tega osnVP) in v skladu s posebnimi pisnimi postopki, ki bodo pripravljeni v naslednjih fazah.

Analize obratovalnih stanj in izrednih obratovalnih dogodkov se izvajajo v skladu s Programom spremljanja obratovalnih izkušenj [14] in v skladu s posebnimi pisnimi postopki.

11.2.6 POSTOPKI IN ZAPISI

Dejavnosti obratovanja se izvajajo v skladu s pisnimi postopki, sprejetimi na podlagi usmeritev v dokumentih Obratovanje [15] in Obdobje mirovanja [7].

O izvajanju postopkov se izdelajo zapisi.

11.2.7 POROČANJE

Poročanje se izvaja v skladu s poglavjem III. Pravilnika JV 9 [16] in v skladu z določili programskega dokumenta Spremljanje obratovalnih izkušenj [14] in temu dokumentu pripadajočih postopkov.

Poleg tega se poročanje izvaja tudi v primeru preseženih vrednostih mejne efektivne letne doze (OPO 11.2.2.1), zavrnitve zaboynika (OPO 11.2.2.4) ali preseganja rokov za vzpostavitev operabilnosti naprav.

Poročanje se izvaja v skladu s pisnim postopkom, ki bo pripravljen v naslednjih fazah.

11.3 MERILA SPREJEMLJIVOSTI RADIOAKTIVNIH ODPADKOV

Merila sprejemljivosti oz. merila sprejemljivosti radioaktivnih odpadkov namenjenih za odlaganje (Radioactive Waste Acceptance Criteria for Disposal) predstavljajo nabor kvalitativnih in kvantitativnih zahtev in omejitev, postavljenih s strani upravitelja odlagališča in upravnega organa⁹, s katerimi se definirajo lastnosti paketov z radioaktivnimi odpadki, ki morajo biti dosežene zaradi obratovalne in dolgoročne varnosti odlagališča. Ta merila zajemajo lastnosti radioaktivnih odpadkov, od radioloških in kemijskih, preko fizikalnih in mehanskih, pa vse do termičnih in bioloških lastnosti. Omejitve se nanašajo na obliko radioaktivnih odpadkov, nekatere na embalažo, v katero so vstavljeni odpadki ter na tako formirane pakirne enote - pakete z radioaktivnimi odpadki (kovinska embalaža in vstavljeni odpadek). Prav tako se omejitve nanašajo na končno pakirno enoto (KPE) - paket za odlaganje (betonski zabojnik v katerem je kovinska embalaža z vsebovanimi odpadki), na odlagalno enoto (silos), v katero so vstavljeni paketi za odlaganje ter na celotno odlagališče.

Merila sprejemljivosti so na prvem mestu odvisna od projekta, to je vrste oz. lastnosti odlagališča, ki se namerava graditi ter od lastnosti lokacije, kamor se namerava odlagališče umestiti. Z drugimi besedami, lastnosti lokacije, način odlaganja in tehnološke rešitve za določeno vrsto odlagališča na njej določajo dopustne oz. sprejemljive lastnosti radioaktivnih odpadkov pred odlaganjem. Preverjanje posameznih meril sprejemljivosti podajajo deterministične in/ali verjetnostne analize dolgoročne varnosti odlagališča. Zato sta projektiranje odlagališča in izvajanje dolgoročnih analiz varnosti iterativna procesa, v katerih se posamezni projektni oziroma varnostni parametri (ki vključujejo tudi lastnosti radioaktivnih odpadkov), verificirajo z uporabo analize obratovanja in dolgoročne varnosti odlagališča.

Kolikor bolj sta lokacija odlagališča in projekt odlagališča poznana toliko bolj so lahko merila sprejemljivosti za odlaganje jasno definirana in lahko pripomorejo k optimizaciji stroškov vezanih na celovito gospodarjenje z radioaktivnimi odpadki. Obdelava radioaktivnih odpadkov pred odlaganjem (Predisposal Radioactive Waste Management) je namreč optimalno dimenzionirana takrat, ko zadovolji vsa potrebna merila sprejemljivosti (tiste, ki se nanašajo na skladiščenje, na transport in na odlaganje¹⁰ radioaktivnih odpadkov).

Merila sprejemljivosti, ki predstavljajo kvalitativno ali kvantitativno izražene zahteve v zvezi z lastnostmi radioaktivnih odpadkov, ki jih morajo izpolnjevati radioaktivni odpadki zaradi varnosti njihovega odlaganja so povzeta po referenčnem dokumentu [4].

⁹ Upravni organ merila sprejemljivosti za odlaganje odobri v soglasju h gradnji, pri odobritvi poskusnega obratovanja in v dovoljenju za obratovanje odlagališča.

¹⁰ operativna in dolgoročna varnost odlagališča

11.3.1 ZAKONSKE IN DRUGE ZAHTEVE ZA DOLOČITEV MERIL SPREJEMLJIVOSTI ZA ODLAGANJE

Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti ZVJSJV [17] v svojem 93. členu predvideva ravnanje z RAO in IG na sledeč način:

(1) Imetnik radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva mora zagotoviti, da se:

- z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom ravna na predpisan način in
- v največji možni meri izogne prelaganju bremen odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva na prihodnje generacije.

(2) Povzročitelj radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva mora zagotoviti, da odpadne radioaktivne snovi nastajajo v najmanjših možnih količinah.

(3) Povzročitelj radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva mora oddajati radioaktivne odpadke in izrabljeno gorivo v nadaljnje ravnanje izvajalcu obvezne državne gospodarske javne službe, razen radioaktivnih odpadkov, nad katerimi je predvidena opustitev nadzora.

(4) Ne glede na obveznost iz prejšnjega odstavka lahko radioaktivne odpadke in izrabljeno gorivo za določen čas skladišči in obdeluje upravljavec jedrskega objekta, ki je odpadke povzročil, če za tako ravnanje pridobi dovoljenje organa, pristojnega za jedrsko varnost.

(5) Stroške ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom plača povzročitelj oziroma njihov imetnik, če jih je od povzročitelja prevzel ali na drug način pridobil.

Nadalje so v Pravilniku o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (JV7) [18] določene zahteve za ravnanje z RAO med katerimi so v 19. členu določena merila sprejemljivosti kot omejitve za prevzem v skladiščenje ali odlaganje:

(1) Merila sprejemljivosti za prevzem v skladiščenje ali odlaganje radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva morajo vsebovati omejitve, ki smo jih skladno z JV7 razvrstili po naslednjih sklopih:

Radiološke lastnosti:

- vsebnost sevalcev in specifično aktivnost,
- hitrost doze na površini in na referenčnih razdaljah od površine paketa,
- specifična površinska kontaminacija,
- degradacijski učinki sevanja.

Kemijske lastnosti:

- izlučljivost,
- vsebnost proste tekočine,
- korozivnost,
- odpornost proti koroziji,
- vsebnost kelatnih in drugih kompleksnih spojin,
- vsebnost strupenih snovi,
- tvorjenje in vsebnost plinov,
- eksplozivnost,
- kemijsko stabilnost.

Mehanske lastnosti:

- trdnost.

Termične lastnosti:

- vnetljivost,
- gorljivost.

Biološke lastnosti:

- vsebnost organskih snovi.

Fizikalne lastnosti:

- permeabilnost in poroznost,
- homogenost,
- gostota,
- vsebnost praznin.

Označevanje in pakiranje:

- način označevanja paketov,
- vrste zabojnikov in način pakiranja

(2) Glede na navedene sklope morajo merila sprejemljivosti za prevzem v skladiščenje ali odlaganje zajemati tudi druge omejitve, opredeljene v končnem Varnostnem poročilu za posamezno skladišče ali odlagališče oziroma so lahko omejitve glede posameznih lastnosti iz prejšnjega odstavka izvzete iz meril sprejemljivosti za prevzem v skladiščenje ali odlaganje, če je tako opredeljeno v Varnostnem poročilu za posamezno skladišče ali odlagališče.

(3) Merila sprejemljivosti za prevzem v skladiščenje ali odlaganje se morajo določiti za posamezni paket, za skladiščno ali odlagalno enoto in za celotno skladišče ali odlagališče.

(4) Merila sprejemljivosti za prevzem v skladiščenje ali odlaganje pripravi upravljavec skladišča oziroma odlagališča. Uprava jih odobri v soglasju h gradnji, pri odobritvi poskusnega obratovanja in v dovoljenju za obratovanje skladišča oziroma odlagališča.

Pri izdelavi meril sprejemljivosti so bile smiselno upoštevane zahteve IAEA GSR-5 [19], ki obravnavajo odgovornosti ravnanja z RAO pred odlaganjem. Upoštevali smo zahteve glede sprejema odpadkov v odlagališče, ki jih navaja dokument IAEA SSR-5 [20] in WENRA Report [21].

11.3.2 PODLAGA ZA IZDELAVO MERIL SPREJEMLJIVOSTI ZA ODLAGANJE

Izdelana merila sprejemljivosti za odlaganje radioaktivnih odpadkov v Sloveniji, podana v tem poglavju temeljijo na naslednjih predpostavkah:

- (1) Postopek izbora lokacije za umestitev odlagališča je zaključen (izbrana je lokacija Vrbinja, Krško);
- (2) Tehnični projekt odlagališča je v fazi priprave osnutka Varnostnega poročila na podlagi IDZ, rev C [5].
- (3) Revidirana je ocena skupnega radioaktivnega inventarja, ki se predvideva v Sloveniji do leta 2043 [22] oziroma do leta 2062 [23].
- (4) Poteka iterativni proces analiz dolgoročne varnosti odlagališča glede na razvoj projekta;
- (5) Za radioaktivne odpadke, ki so skladiščeni v skladišču NEK, je izveden postopek analitične karakterizacije. NEK ima merila za sprejem radioaktivnih odpadkov v skladišče NEK.
- (6) V CSRAO v Brinju, je izveden postopek karakterizacije. Izdelana so ustrezna merila sprejemljivosti za prevzem in skladiščenje teh odpadkov v CSRAO.

Skladno z razvojem projekta odlagališča načrtujemo nadaljnjo optimizacijo meril sprejemljivosti za odlaganje v okviru projekta Safety Analysis (SA) and Waste Acceptance Criteria (WAC) preparation for Low and Intermediate Level Waste repository in Slovenia" [22], [24].

11.3.3 MERILA SPREJEMLJIVOSTI ZA ODLAGANJE

V tem poglavju je upoštevan razvoj meril sprejemljivosti, ki so bile obravnavane na podlagi varnostnih analiz [24], [25], [26]. V tem poglavju so združena kot merila sprejemljivosti za odlaganje.

11.3.3.1 RADIOLOŠKE LASTNOSTI

11.3.3.1.1 vsebnost sevalcev in specifično aktivnost

Vsebnost radionuklidov in njihova koncentracija (specifična aktivnost – Bq/g) morajo biti znani tako v paketu z radioaktivnimi odpadki, v paketu za odlaganje, v odlagalni enoti (silos) kot v celotnem odlagališču. Parametre, ki jih je v okviru tega merila sprejemljivosti za odlaganje potrebno določiti, oziroma parametri, za katere je potrebno definirati kvantitativne omejitve, so naslednji:

1. Popis kritičnih radionuklidov oziroma radionuklidov relevantnih za dolgoročno varnost odlagališča je določen na podlagi liste radionuklidov določene iz analiz in ocene radioaktivnega inventarja, ki bo odložen v bodočem odlagališču [1]. Ocena varnosti po zaprtju (Nominalni scenarij) za 10.000 let kaže, da so najbolj problematični radionuklidi (po vrstnem redu): Ag-108m, Ca-41, Ni-59, Nb-94, Cl-36 in I-129 [24]. Če se uporabi daljše časovno obdobje (stotisoč let), bo pomemben prispevek iz razpadnih produktov U-238, ki je prisoten v odlagališču (radionuklidi Po-210, Pb-210 in Ra-226).
2. Skupna specifična aktivnost α sevalcev v paketu z radioaktivnimi odpadki je določena v Pravilniku JV7 in ne sme presegati $A_{sp}(\alpha) \leq 4.000 \text{ Bq/g}$.

3. Specifična aktivnost posameznih α sevalcev v paketu z radioaktivnimi odpadki – Specifično aktivnost za vsak α sevalec iz seznama kritičnih radionuklidov je potrebno s postopkom karakterizacije evidentirati (Bq/g).
4. Povprečna specifična aktivnost α sevalcev v paketu za odlaganje (KPE) naj ne presega - $A_{sp}(\alpha) < 400$ Bq/g.
5. Povprečna specifična aktivnost α sevalcev v enoti za odlaganje (silos) in odlagališču v celoti mora biti manjša od 400 Bq/g.
6. Skupna aktivnost β/γ sevalcev v paketu z radioaktivnimi odpadki bo določena v nadaljnji fazi revizije kriterijev sprejemljivosti (WAC v fazi pridobitve gradbenega dovoljenja)
7. Skupna aktivnost posameznih β/γ sevalcev v paketu z radioaktivnimi odpadki (kot paket ekvivalent volumnu enega TTC) bo določena v nadaljnji fazi revizije kriterijev sprejemljivosti (WAC v fazi pridobitve gradbenega dovoljenja).
8. Skupna aktivnost β/γ sevalcev v enoti za odlaganje (KPE) – omejene vrednosti posameznih kritičnih β/γ sevalcev bodo določene v nadaljnji fazi revizije kriterijev sprejemljivosti (WAC v fazi pridobitve gradbenega dovoljenja).
9. Skupna aktivnost α in β/γ sevalcev v odlagalni enoti(silos) oziroma v odlagališču bo določena na podlagi vrednosti posameznih radionuklidov in skupna aktivnost (Bq) v nadaljnji fazi revizije kriterijev sprejemljivosti (WAC v fazi pridobitve gradbenega dovoljenja).

11.3.3.1.2 Hitrost doze na površini in na referenčnih razdaljah KPE

Omejitev hitrosti doze za posamezeno KPE je:

1. Hitrost doze na površini KPE ≤ 2 mSv/h,
2. Hitrost doze na razdalji 2 m od katere koli zunanje površine KPE $\leq 0,1$ mSv/h.

11.3.3.1.3 Specifična površinska kontaminacija KPE

Specifična površinska vezana kontaminacija KPEi je omejena s sledečimi vrednostmi (katera koli zunanja površina v obsegu 300 cm²)

1. Specifična površinska kontaminacija KPE (za vse α sevalce) $\leq 0,4$ Bq/cm²,
2. Specifična površinska kontaminacija KPE (β/γ sevalci) ≤ 4 Bq/cm².

Specifična površinska nevezana kontaminacija paketa ne sme biti merljiva. Vrednosti so definirane na podlagi Uredbe UV2 (26. člen) [2].

11.3.3.1.4 Degradacijski učinki sevanja

Paketi z radioaktivnimi odpadki morajo biti radiacijsko stabilni. Radiacijska stabilnost je funkcija oblike radioaktivnega odpadka in polja ionizirajočega sevanja, kateremu je ta oblika dolgoročno izpostavljena. Intenziteta ionizirajočega sevanja je v največji meri odvisna od razvrščanja oziroma načina umeščanja paketov z radioaktivnimi odpadki v pakete za odlaganje oziroma v odlagalno enoto. Narejen je bil izračun, ki je pokazal, da za povprečen paket z ionsko smolo učinek degradacije zaradi sevanja ni problematičen. Izračunana

absorbirana doza je približno 2.5×10^5 Gy pri konzervativno prevzetih pogojih. Sprejemljiva kumulativna absorpcijska doza za pakete, ki vsebujejo organske snovi, je lahko do 10^6 Gy, oziroma bo kumulativna absorpcijska doza za ostale vrste paketov največ do 10^7 Gy.

11.3.3.2 KEMIJSKE LASTNOSTI

11.3.3.2.1 Izlužljivost

Radioaktivni odpadki morajo biti pripravljeni tako, da je zagotovljena nizka izlužljivost radionuklidov in drugih nevarnih sestavin. Parametri, ki jih je za to treba omejiti, so LIX (Index izlužljivosti), difuzijski koeficient oziroma hitrost izluževanja, za katere bodo definirane omejitve v naslednjih fazah.

Določene bodo tudi omejitve za posamezne radionuklide (najpogosteje za H-3 in Cs-137). Posebno pozornost bo posvečena tudi nevarnim sestavinam odpadkov. Kvantitativne omejitve za te parametre bodo verificirani s pomočjo determinističnih in/ali verjetnostnih analiz dolgoročne varnosti odlagališča.

11.3.3.2.2 Vsebnost proste tekočine

Vsebino proste tekočine v odlagalnem zabojniku je treba v glavnem izključiti, majhni volumni proste tekočine v paketu (<2 %) pa so sprejemljivi, če je njihova povprečna vrednost v odlagališču manjša od 1 %.

11.3.3.2.3 Korozivnost

Korozivnost oziroma kemijsko agresivnost pripravljenih radioaktivnih odpadkov je treba zmanjšati na najmanjšo možno mero. Da bi lahko dosegli na tak način kvalitativno opredeljeno merilo sprejemljivosti, je treba pH vrednost odpadkov (oziroma prostih tekočin v njih) omejiti. Prav tako je treba omejiti vsebnost korozijskih sestavin v paketu (treba je narediti popis korozijskih sestavin, ki jih lahko pričakujemo v paketu). Omejitve so:

1. Oblike odpadkov z pH nižjim od 2.5 in višjim od 12.5 se smatrajo za korozivne in se jih ne sme odložiti [27].
2. Za cementirane odpadke pH vrednost ne sme biti večja od 11.
3. Vsebnost korozivnih snovi v paketu za odlaganje je lahko največ do 1% skupne mase paketa.

11.3.3.2.4 Odpornost proti koroziiji

Betonski zabojnik za odlaganje mora biti dizajniran tako, da je zagotovljena odpornost KPE za odlaganje do pričakovanih korozijskih procesov za obdobje 300 let.

11.3.3.2.5 Vsebnost kelatnih in drugih kompleksnih spojin

Zahteva se, da se vsebnost kelatnih in drugih kompleksnih spojin v pripravljenih odpadkih zmanjša na najmanjšo možno mero, ki jo je mogoče še v praksi doseči.

Vsebnost kelatnih in drugih kompleksnih spojin v paketu z radioaktivnimi odpadki ne sme presegati 1% skupne mase paketa.

11.3.3.2.6 Vsebnost strupenih snovi

Mejne vrednosti nevarnih snovi v KPE z radioaktivnimi odpadki bodo omejene z veljavno zakonodajo, ki bo predpisala dovoljene ravni izpustov določenih snovi v okolje.

11.3.3.2.7 Tvorjenje in vsebnost plinov

Koncentracija akumuliranih vnetljivih in eksplozivnih plinov in zmesi v paketu za odlaganje radioaktivnih odpadkov mora biti pod spodnjo mejo eksplozivnosti. V kolikor je potrebno se omeji količina odpadkov v paketu, ki so generatorji plina, oziroma opredeliti ustrezno obdelavo takih odpadkov, da se proizvedena količina plina upočasni.

11.3.3.2.8 Eksplozivnost

Odlaganje paketov, ki vsebujejo eksplozivne snovi je prepovedano (izločilni kriterij).

11.3.3.2.9 Kemijska stabilnost

Pripravljeni radioaktivni odpadki morajo biti kemijsko kompatibilni z materiali, iz katerih so izdelani kovinski sodi, betonski zabojnik za odlaganje, z materialom, ki se uporablja kot polnilo v betonskih zabojnikih in z armiranobetonsko konstrukcijo silosa. To merilo se preverja v primeru, če so potrjene omejitve, ki so postavljene za merila izlužljivosti in odpornosti proti koroziji.

11.3.3.3 MEHANSKE LASTNOSTI

11.3.3.3.1 Trdnost

Potrebno je zagotoviti strukturno stabilnost odlagalne enote oziroma odlagališča za obdobje 300 let.

Projektni parametri, ki se nanašajo na trdnost (strukturno stabilnost) odlagalne enote (silos), se določajo v okviru tehničnih rešitev za odlagališče. Podobna ugotovitev velja tudi za paket za odlaganje kjer je potrebno navesti omejitve za parametre v zvezi s tlačno in natezno trdnostjo (compressive, tensile strength). Te omejitve so odvisne od dizajna betonskih odlagalnih zabojnikov, zato je tudi te omejitve treba navesti kot projektne parametre odlagališča. Podane projektne omejitve je potrebno verificirati s pomočjo determinističnih in/ali probalističnih analiz dolgoročne varnosti odlagališča.

11.3.3.4 TERMİČNE LASTNOSTI

11.3.3.4.1 Vnetljivost

Paketi, ki vsebujejo samovnetljive, lahko vnetljive ali vnetljive snovi, niso sprejemljivi za odlaganje (izločitveni kriterij - zahtevan dodatni postopek obdelave in priprave).

11.3.3.4.2 Gorljivost

Paketi z radioaktivnimi odpadki morajo biti odporni proti požaru skladno z veljavnimi priporočili IAEA, ki se nanašajo na varen transport radioaktivnih odpadkov (SSR-6) [28], [29].

11.3.3.5 *BIOLOŠKE LASTNOSTI*

11.3.3.5.1 Vsebnost organskih snovi

Vsebnost organskih snovi v pripravljenih radioaktivnih odpadkih za odlaganje zmanjšati na najmanjšo mero, ki jo je mogoče doseči v praksi. Na podlagi popisa organskih snovi bo ocenjeno ali je mogoče z dodatno obdelavo zmanjšati biodegradacijski potencial na praktično dosegljivo nivo.

11.3.3.6 *FIZIKALNE LASTNOSTI*

11.3.3.6.1 Permeabilnost in poroznost

Za to merilo sprejemljivosti se predlagata naslednji formulaciji:

1. Permeabilnost pripravljene oblike radioaktivnih odpadkov mora biti dovolj visoka, da omogoči ventiliranje plinov, ki se generirajo v paketu. Povprečna permeabilnost betona KPE bo določena v nadaljnji fazi revizije kriterijev sprejemljivosti (WAC v fazi pridobitve gradbenega dovoljenja).
2. Poroznost pripravljene oblike radioaktivnih odpadkov mora biti dovolj nizka, da minimizira izpuščanje radionuklidov iz odlagališča. Povprečna skupna poroznost betona KPE bo določena v nadaljnji fazi revizije kriterijev sprejemljivosti (WAC v fazi pridobitve gradbenega dovoljenja).

11.3.3.6.2 Homogenost

Pripravljena oblika radioaktivnih odpadkov mora biti enakomerno porazdeljena v kovinskem zabojniku. Enaka zahteva velja za betonske zabojnike za odlaganje, ki bi vsebovali radioaktivne odpadke v nepakirani obliki.

11.3.3.6.3 Gostota

Omejitev za to merilo sprejemljivosti je projektni parameter odlagališča, ki določa največjo dovoljeno maso polnega odlagalnega zabojnika 40 t [5].

11.3.3.6.4 Vsebnost praznin

Predvidena mejna vrednost za delež praznin je 10% [5]. Mejna vrednost naj bi velja tako za kovinske sode z RAO kot tudi za KPE. Meje vrednosti za delež praznin je treba preveriti z determinističnimi in/ali verjetnostnimi analizami dolgoročne varnosti odlagališča.

11.3.3.7 OZNAČEVANJE IN PAKIRANJE

11.3.3.7.1 Način označevanja paketov (KPE)

Vse za odlagališče sprejemljive KPE z NSRAO morajo biti pred prevozom opremljene z evidenčno oznako v številčni in črtni obliki [5].

Način označevanja paketov z radioaktivnimi odpadki za odlaganje je določen v 10. členu Pravilnika JV7:

Vsi paketi z radioaktivnimi odpadki ali izrabljenim gorivom morajo biti opremljeni s simbolom za radioaktivnost, ki je določen v predpisu, ki ureja uporabo virov sevanja in sevalne dejavnosti, in oznako, ki omogoča identifikacijo paketa in njegove vsebine. Oznaka mora vsebovati najmanj naslednje podatke:

1. enolično identifikacijo paketa v čitljivi in digitalni obliki;
2. maso paketa;
3. kategorijo radioaktivnih odpadkov;
4. vrsto radioaktivnih odpadkov;
5. največjo izmerjeno na površini paketa.

Simbol in oznaka iz prvega odstavka tega člena morata glede trajnosti ustrezati predvidenim načinom ravnanja in biti nameščeni na vidnih mestih ter jasno čitljivi.

11.3.3.7.2 Vrste zabojnikov in način pakiranja

V načrtu gradbenih konstrukcij IDZ za odlagalni zabojnik N2 za NSRAO so podane funkcionalne in konstrukcijske karakteristike zabojnika ter določene zahteve, ki jih morajo zabojniki izpolniti v vseh fazah uporabe, od izdelave do odložitve na končnem odlagališču [5].

Vsi odpadki morajo biti pred odlaganjem vstavljeni v predpisane odlagalne zabojnike. Paketi – odlagalni zabojniki morajo ustrezati zahtevam za tovorek IP-2 [5].

Zahteve izhajajo iz JV7, 10. člen:

- predelani radioaktivni odpadki morajo biti pakirani v pakete, ki ustrezajo merilom sprejemljivosti za prevzem v odlaganje.
- embalaža, ki se uporablja za pakiranje radioaktivnih odpadkov, mora sama in skupaj z vloženimi radioaktivnimi odpadki zagotavljati varnost za predvideni način in predvideno obdobje ravnanja z paketi.

in

JV7, 18. člen:

- pakirane radioaktivne odpadke je dovoljeno odlagati le v embalaži, odobreni za odlaganje.

Omejitev odlagalnega zabojnika (odlagalne embalaže) je potrebno navesti tudi kot projektne parametre odlagališča. Podane projektne omejitve je potrebno verificirati s pomočjo determinističnih in/ali probalističnih analiz dolgoročne varnosti odlagališča.

11.4 LITERATURA

- [1] *Pravilnik o dejavnih sevalne in jedrske varnosti (JV5).* (Uradni list RS, št. 74/16).
- [2] *Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2).* (Uradni list RS, št. 49/04).
- [3] *Obratovalni pogoji in omejitve, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-027-00 02-08-011-003.* IBE, 2016.
- [4] *Merila sprejemljivosti RAO za odlagališče NSRAO, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-014-00 02-08-011-003.* ARAO, 2016.
- [5] *Odlagališče NSRAO Vrbin, Krško, Idejna zasnova Rev.C.* 2016.
- [6] *Načrt dolgoročnega nadzora in vzdrževanja po zaprtju odlagališča NSRAO, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-008-00 02-08-011-003.* ARAO, 2016.
- [7] *Obdobje mirovanja, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-021-00 02-08-011-003.* IBE d.d., 2016.
- [8] *Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji (UV2).* (Uradni list RS, št. 18/18).
- [9] *Obratovalni monitoring, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-028-00 02-08-011-003.* IBE d.d., 2016.
- [10] *Pravilnik o splošnih ukrepih in normativih za varstvo pri delu z dvigali (žerjavi).* (Uradni list SFRJ, št. 30/69).
- [11] *Usposabljanje, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-004-01, 02-08-011-003.* ARAO, 2016.
- [12] *Pravilnik o zagotavljanju usposobljenosti delavcev v sevalnih in jedrskih objektih (JV4).* (Uradni list RS, št. 32/11 in 76/17 – ZVISJV-1).
- [13] *Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj /SV8/.* Uradni list RS, št. 13/2004.
- [14] IBE NRVB---5X1028, "Spremljanje obratovalnih izkušenj, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-025-00 02-08-011-003," 2016.
- [15] *Obratovanje, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-020-01, 02-08-001-003, NRVB 5X/M23.* IBE d.d., 2016.
- [16] *Pravilnik o zagotavljanju varnosti po začetku obratovanja sevalnih ali jedrskih objektov (JV9).* (Uradni list RS, št. 81/16 in 76/17 – ZVISJV-1).
- [17] *Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV-1).* (Uradni list RS, št. 76/17).
- [18] *Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (JV7).* (Uradni list RS, št. 49/06 in 76/17 – ZVISJV-1).
- [19] *Predisposal Management of Radioactive Waste, General Safety Requirements GSR - Part 5.* IAEA, 2009.
- [20] *Disposal of Radioactive Waste, No. SSR-5.* IAEA, 2011.

- [21] WENRA, "Radioactive Waste Disposal Facilities Safety Reference Levels," 2014.
- [22] Consortium EISFI, *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia, Inventory report, Technical Report ARAO, EISFI-TR-(11)-12 Vol.1, Rev.4*. Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2014.
- [23] *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia, Inventory report, Technical Report ARAO, EISFI-TR-(11)-12 Vol.1, Rev.5*. Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2016.
- [24] *Safety Analysis (SA) and Waste Acceptance Criteria (WAC) preparation for Low and Intermediate Level Waste repository in Slovenia, General Overview of SAR, ARAO, EISFI-TR-(11)-15 Vol.5 rev.2*. Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2012.
- [25] *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia, First Draft of Initial Waste Acceptance Criteria, EISFI-TR-(11)-14 Vol.1 Rev.1*. Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2012.
- [26] *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia, Initial Waste Package Specification, EISFI-TR-(11)-14 Vol.2, Rev.1, NSRAO2-WAC-007-01*. Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2012.
- [27] *Characterization of Radioactive Waste Forms and Packages, IAEA TRS No.383*. IAEA, 1997.
- [28] *Regulations for the safe transport of radioactive material, SSR-6*. IAEA, 2012.
- [29] *Zakon o prevozu nevarnega blaga /ZPNB/*. (Uradni list RS, št. 33/06 – uradno prečiščeno besedilo, 41/09, 97/10 in 56/15).