

Predvideno ravnanje z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom iz JEK2

(povzetek)

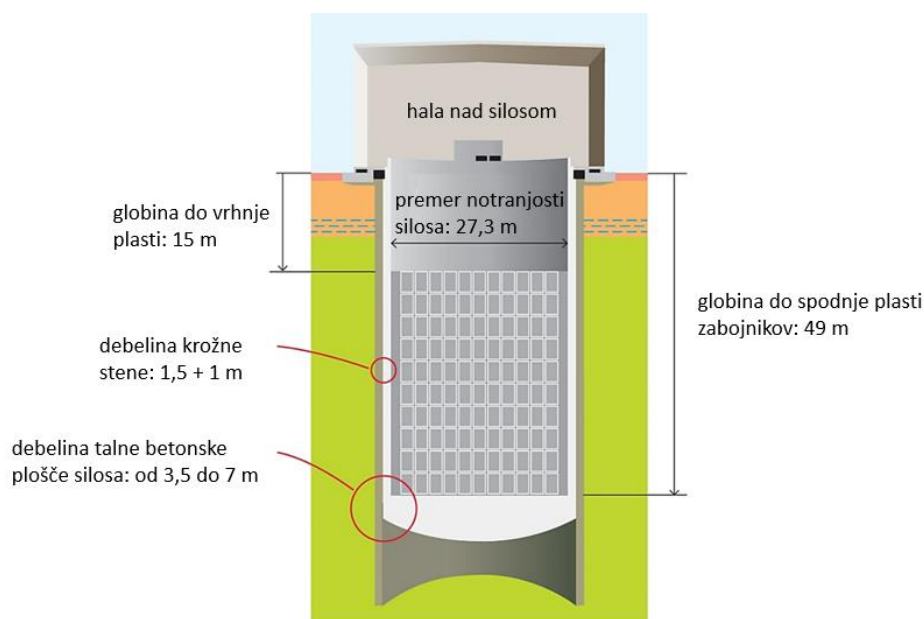
19. avgust 2024

Predvideno ravnanje z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom iz JEK2 ter s tem povezani stroški

Pomemben del projekta JEK2 so analize možnosti ravnanja in načrtovanje ravnanja z radioaktivnimi odpadki (RAO) in izrabljenim jedrskim gorivom (IG), ki nastanejo med obratovanjem in po zaključku življenjskega cikla jedrske elektrarne. Da bi zagotovili stalno varno in učinkovito obravnavo teh odpadkov, je potrebno skrbno načrtovanje ter ocena potrebnih kapacitet in stroškov.

Odlagališče NSRAO

V skladu z meddržavno pogodbo bo Iz Nuklearne elektrarne Krško (NEK) Slovenija prevzela polovico nizko- in srednje radioaktivnih odpadkov (NSRAO), medtem ko bo druga polovica odložena na Hrvaškem. Odlagališče NSRAO na lokaciji Vrbina v Krškem bo izvedeno kot pripovršinsko odlagališče v obliki podzemnega silosa, ki se bo polnil s površine. Odpadki, ki so že pakirani v kovinske sode, bodo skupaj z njimi vloženi v betonske zabojnike tipa N2d. Lokacija omogoča razširitev z dodatnimi silosi, kar bo omogočilo povečanje kapacitet brez potrebe po umeščanju novega odlagališča.



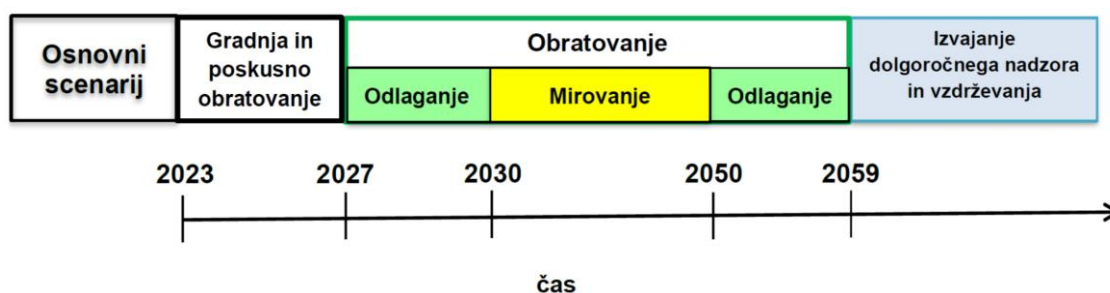
Slika: Prerez silosa odlagališča NSRAO v Vrbini

V prvi silos bo možno odložiti 990 zabojujnikov N2d, razporejenih v 10 odlagalnih slojev. Vmesni prostori med zabojujniki bodo sproti zapolnjeni s polnilom, vsaka druga plast bo predvidoma prekrita z betonsko izravnalno plastjo, zgornja plast pa bo debela en meter. Po zaprtju odlagališča bo prostor nad njo skoraj do površine zapolnjen z glino, ki bo preprečevala pronicanje vode v silos tudi od zgoraj. Med obratovanjem bo silos z zgornje strani odprt in zavarovan s halo. Po zaprtju se bodo nadzemni objekti odstranili.

Ravnanje z NSRAO odpadki iz JEK2 bo po tehnološki plati razširitev obstoječega načrtovanega ravnanja z NSRAO iz NEK. Pri **obratovanju JEK2** bo potrebno le **povečati kapacitete obstoječega odlagališča**, ne pa graditi novega. Razširitev bo vključevala izgradnjo dodatnih silosov in povečanje stroškov obratovanja.

MOČ JEK2	1.000 MW _e	1.250 MW _e	1.650 MW _e
NSRAO iz obratovanja (m ³)	4.000	4.769	6.000
NSRAO iz razgradnje JEK2 (ton)	5.000	6.250	8.250
Število zabojujnikov N2d za NSRAO iz obratovanja JEK2	1.667	1.985	2.493
Število zabojujnikov N2d za NSRAO iz razgradnje JEK2	500	625	825
Skupno število zabojujnikov N2d	2.167	2.610	3.318
Potrebno število dodatnih silosov (konzervativna ocena)	2,19	2,64	3,35

Tabela: Pričakovane količine NSRAO iz JEK2, za 80 let obratovanja



Slika: Shematski prikaz glavnih mejnikov odlagališča NSRAO

Suho skladišče in odlagališče VRAO

Izrabljeno gorivo (IG) iz NEK se najprej skladišči v bazenu za izrabljeno gorivo, nato se premesti v suho skladišče na območju elektrarne, ki je že zgrajeno in obratuje. Suho skladišče IG v NEK se bo uporabljalo za skladiščenje vseh VRAO (visoko radioaktivni odpadki) in IG, nastalih v NEK, do vzpostavitve globokega geološkega odlagališča, ki zagotavlja ustrezno časovno osamitev odpadkov od okolja.

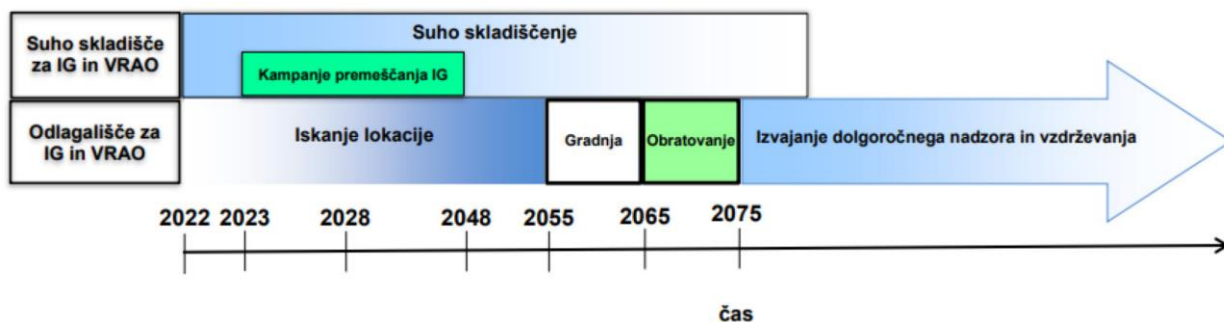
Tudi ravnanje VRAO iz JEK2 bo po tehnološki plati sledilo že razvitemu modelu ravnanja z VRAO iz obstoječe enote. Za JEK2 v skladu z ustaljenim modernim pristopom načrtujemo suho skladišče IG iz JEK2, ki bo služilo potrebam obratovanja JEK2 in se bo nahajalo znotraj ograje JEK2 ter se bo prostorsko načrtovalo in umeščalo v prostor skupaj z JEK2. Dokler bo JEK2 obratoval, bodo stroški suhega skladišča vključeni v obratovalne stroške JEK2. Po zaprtju JEK2 (predvidoma v letu 2120) bo ob razgradnji elektrarne JEK2 hkrati lahko izpraznjeno tudi suho skladišče IG iz JEK2, pri čemer se bodo vsi VRAO odložili v globoko geološko odlagališče.



Slika: Suho skladišče izrabljenega goriva v NEK

Po obdobju suhega skladiščenja so predvideni nadaljnja obdelava, pakiranje in odlaganje VRAO in IG. NEK bo imela skupaj s Hrvaško eno odlagališče VRAO. Koncept odlaganja temelji na švedskem modelu odlaganja SKB KBS-3V in na lokaciji odlagališča predvideva vse skupke sestavnih delov, sistemov in konstrukcij, potrebne za to, da odlagališče obratuje kot neodvisen jedrski objekt. Odlagališče je sestavljeno iz pomožnih nadzemnih objektov, obrata za enkapsulacijo in podzemnih konstrukcij. Za JEK2 bo potrebno razširiti kapacitete obratujočega odlagališča VRAO, kar bo vključevalo dodatne stroške za razširitev odlagalnih galerij, stroške odlagalnih vsebnikov ter stroške zatesnitve in zapiranja odlagalnih galerij.

V skladu s strategijo, zapisano v Resoluciji o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (ReNPROIG23-32) je gradnja odlagališča IG in VRAO predvidena v letih 2055–2065 z začetkom obratovanja odlagališča IG in VRAO v letu 2065. Odlagališče obratuje 10 let, potem sledi njegova razgradnja in zaprtje po letu 2075 ter nato začetek dolgoročnega nadzora in vzdrževanja odlagališča. Dopusča se možnost drugačne rešitve v okviru dogovorov meddržavne komisije NEK in/ali mednarodne rešitve za trajno odlaganje IG in VRAO.



Slika: Shematski prikaz glavnih mejnikov odlagališča VRAO

Pregled stanja Sklada NEK

Javni Sklad Republike Slovenije za financiranje razgradnje Nuklearne elektrarne Krško in odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva iz Nuklearne elektrarne Krško (krajše Sklad NEK) je namenjen financiranju razgradnje Nuklearne elektrarne Krško ter odlaganju radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva iz te elektrarne. Sklad NEK je bil ustanovljen leta 1994. Njegovi osnovni cilji vključujejo pravočasno zbiranje ustreznih sredstev, zagotavljanje donosnosti naložb ter financiranje vseh faz razgradnje NEK in odlaganja radioaktivnih odpadkov ter izrabljenega goriva.

Prihodki sklada so plačila dajatve, ki jo družba GEN energija, d.o.o., vplača v Sklad NEK, v skladu z odločbo Vlade RS. Dajatev v Sklad NEK plačuje zavezanec za vsako MWh električne energije, ki je proizvedena v NEK. Prihodki sklada so tudi donos sredstev, s katerimi Sklad NEK upravlja na finančnih trgih in jih plemeniti. Odhodki Sklada NEK so namenjeni investicijam v NSRAO in Agencijo za radioaktivne odpadke (ARAO). V obdobju 2004–2009 je sklad prav tako pokrival stroške, povezane z nadomestilom zaradi omejene rabe prostora (NORP).

SKUPAJ VPLAČILO NEK IN GEN od 1994 do 2022	SKUPAJ ODLIVI ZA TRANSFERJE (ARAO IN NORP) od 1994 do 2022	SKUPAJ NETO PRILIVI	VREDNOST PREMOŽENJA
v mio EUR ₂₀₂₃			
256,7	123,3	133,3	220,5

Tabela: Pregled vplačil prispevka in izplačil obveznosti ter vrednost premoženja Sklada NEK, na dan 31. 12. 2022

Od 13. 1. 2022 GEN energija vplačuje v Sklad NEK za vsako prevzeto MWh električne energije 12 EUR, torej je v letu 2023 v sklad vplačala 32 mio EUR. Glede na načrt proizvodnje električne energije na pragu NEK za obdobje 2023–2043 in višino dajatve, bo v javni Sklad NEK vplačanih še 707,3 milijona evrov v nominalnem znesku (EUR₂₀₂₃).

Zaključek

Podana je preliminarna in okvirna ocena stroškov razgradnje in ravnanja z RAO in IG ter prikazana morebitna vplačila v Javni Sklad NEK. Izračuni za JEK2 temeljijo na pridobljenem znanju in izkušnjah obstoječega programa razgradnje NEK in ravnanja z RAO in IG. Kot podlaga za predlog vplačil so bili upoštevani ključni poslovni in naložbeni dokumenti javnega Sklada NEK. Objekti za odlaganje NSRAO v Sloveniji bodo v času obratovanja JEK2 že zgrajeni in vzpostavljeni, potrebno bo ustrezno povečati odlagalne kapacitete. Za JEK2 se za namen ocene stroškov in vplačil tako načrtuje razširitev in optimizacija kapacitet obstoječih objektov, kar bo omogočilo zmanjšanje stroškov in povečanje učinkovitosti.

MOČ JEK2	1.000 MW _e	1.250 MW _e	1.650 MW _e
Razširitev kapacitet za odlaganje NSRAO	3 dodatni silosi	3 dodatni silosi	4 dodatni silosi
Razširitev kapacitet za odlaganje VRAO	dodatne odlagalne galerije	dodatne odlagalne galerije	dodatne odlagalne galerije

Tabela: Povzetek razširitve kapacitet obstoječih objektov za odlaganje radioaktivnih odpadkov za 80 let obratovanja JEK2

Na podlagi teh predpostavk so pripravljene ocene stroškov za ravnanje z nizko- in srednje radioaktivnimi odpadki, visoko radioaktivnimi odpadki in razgradnjo elektrarne, glede na različne velikosti reaktorja.

	NEK 696 MW _e	DELEŽ SLOVENIJE ¹	DODATNA ² SREDSTVA ZA 1.000 MW _e	DODATNA ² SREDSTVA ZA 1.250 MW _e	DODATNA ² SREDSTVA ZA 1.650 MW _e
v mio EUR ₂₀₂₄					
NSRAO	482	482	306	317	394
VRAO	1.363	682	147	172	198
Razgradnja	568	284	820	1.026	1.354
SKUPAJ	2.413	1.448	1.274	1.514	1.945

Tabela: Primerjava stroškov razgradnje NEK in JEK2 in ravnanja z RAO in IG. ¹ Sredstva, za katera je odgovorna Slovenija (Sklad za razgradnjo NEK) in se že zbirajo (do 2043), ²Sredstva, ki jih potrebujemo dodatno zbrati za JEK2

Ocena potrebne višine vplačil v javni Sklad NEK za razgradnjo in odlaganje odpadkov, z upoštevanjem 80 letne obratovalne dobe JEK2, je izračunana med 0,93 in 1,00 EUR na vsako MWh proizvedene električne energije.

MOČ JEK2	1.000 MW _e	1.250 MW _e	1.650 MW _e
Zahtevano letno vplačilo [EUR]	8.342.566	9.915.015	12.739.534
Vplačilo v sklad [EUR/MWh]	1,00	0,95	0,93

Tabela: Minimalno potrebno vplačilo v sklad za razgradnjo in odlaganje odpadkov iz JEK2

Z upoštevanjem negotovosti in zaradi konservativnega pristopa do zahtevane donosnosti in končnih stroškov odlaganja in razgradnje je nadomestilo za razgradnjo, upoštevano v ekonomiki projekta JEK2, **predlagano v višini 2 EUR/MWh**.