

# Branduolinių reaktorių metalinių radiaktyviųjų atliekų charakterizavimas ir klasifikavimas PREDIS projekte

## Characterization and classification of the metallic radioactive waste of the nuclear reactors in PREDIS

Rita Plukienė<sup>1</sup>, Artūras Plukis<sup>1</sup>, Elena Lagzdina<sup>1</sup>, Marina Konstantinova<sup>1</sup>, Anastasia Savidou<sup>2</sup>, Stefan Coninx<sup>3</sup>, Joerg Feinhals<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius, Lithuania,

<sup>2</sup>National Centre of Scientific Research "Demokritos" (NCSR), Patr. Gregoriou E & 27 Neapoleos Str, 15341 Agia Paraskevi, Greece

<sup>3</sup>DMT GmbH & Co. KG, Große Bahnstr. 31, 22525 Hamburg, Germany  
rita.plukiene@ftmc.lt

Radioaktyviųjų atliekų tvarkymo ir šalinimo strategija yra labai svarbi šalims, kuriose veikia ar veikė atominės elektrinės (AE). PREDIS (angl. PRE-DISposal management of radioactive waste) yra HORIZON2020/Euratom ketverių metų projektas, kurio pagrindinis tikslas yra plėtoti ir tobulinti radioaktyviųjų atliekų charakterizavimo, klasifikavimo, apdorojimo, laikino ir galutinio saugojimo veiklas, ypatingą dėmesį skiriant vidutinio ir mažo aktyvumo atliekoms, kurios galėtų būti išvalytos ir panaudojamos antrą kartą arba būtų sumažintas jų pavojingumas.

Viena iš PREDIS veiklų skirta metalinių atliekų problematikai: metalo atliekų charakterizavimui ir klasifikavimui, apdorojimui bei tūrio mažinimui. Svarbu sukurti optimizuotą reaktoriaus metalinių atliekų klasifikavimo schemą, atsižvelgiant į atliekų aktyvacijos lygį: labai aktyvuotos, tarpinės, mažai aktyvios metalo konstrukcijos ir neaktyvuotos medžiagos. Taip būtų lengviau atlikti dezaktyvacijos procedūras užtikrinant efektyvesnę ir ekonomiškai naudingesnę atliekų šalinimą. Metalo atliekų charakterizavimo metodika yra panaši į visiems reaktoriams ir yra pagrįsta nuklidinio vektoriaus (NV) sudarymu atliekų srautams. Skaičiavimai rodo, kad du trečdaliai AE metalinių atliekų, susidariusių dėl eksploatavimo nutraukimo ir išmontavimo, yra nebecontroliuojamų lygių atliekos, likęs trečdalis yra įvairaus aktyvumo radioaktyviosios medžiagos [1]. MRA aktyvumą nulemia įvairūs radionuklidai, kurių koncentracijos priklauso nuo branduolinio reaktoriaus tipo ir konstrukcinių medžiagų.

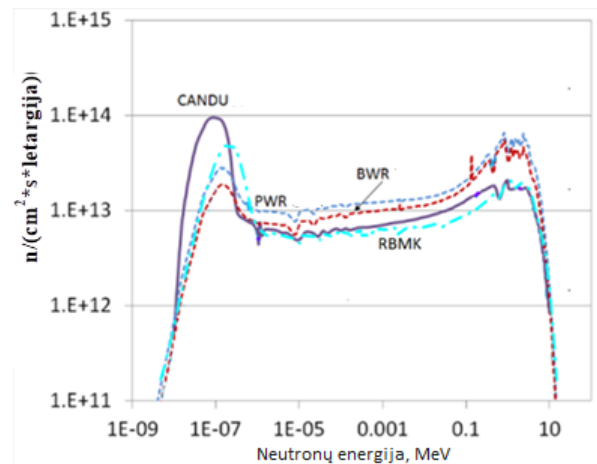
Pagrindiniai metalinių atliekų tvarkymo etapai:

- Išankstinis MRA charakterizavimas naudojant (MCNP6/SCALE6.2) modeliavimą (1 pav.), gaunant neutronų aktyvacijos 3D žemėlapių reaktoriaus aktyviojoje zonoje ir periferinėse konstrukcijose.

- Išsamus MRA charakterizavimas išmontuojant konstrukcijas bei atliekant *in situ* matavimus pasitelkiant branduolinius bei masių spektrometrijos eksperimentinius metodus (bandinių radiologinė analizė bei paviršiaus užterštumo ir neutronų aktyvacijos įvertinimas).

- Optimizuotas charakterizavimas: nuklidinių vektorių (NV) nustatymas MRA srautui. Apjungiant modeliavimą ir eksperimentinius matavimus galima

atskirti homogeniškai aktyvuotų MRA, mišrių (aktyvuotų ir užterštų) MRA ir metalo atliekų, kurioms būdingas tik paviršinis užterštumas, srautus.



1 pav. Neutronų srautų PWR, BWR, RBMK ir CANDU reaktoriuose palyginimas (adaptuota pagal L. Walters [2], RBMK atvejis pagal [3])

Optimizuotas NV gaunamas analizuojant ir susisteminant metalinių atliekų matavimus, parenkant optimalius atraminis radionuklidus (pvz., <sup>60</sup>Co ar <sup>94</sup>Nb Zr-Nb lydiniams), taip pat įvertinant atraminių bei sunkiai matuojamų (<sup>59</sup>Ni, <sup>63</sup>Ni, aktinoidai ir kt.) nuklidų tarpusavio ryšius, atsižvelgiant taip pat į neutronų aktyvacijos ir užterštumo atliekų srautuose analizę.

Tyrimai buvo vykdomi pagal HORIZON2020 PREDIS projekto 2019-2020 veiklas, sutartis Nr. 945098.

*Reikšminiai žodžiai: metalinės radiaktyviosios atliekos, nuklidinis vektorius.*

### Literatūra

- [1] Stade Decommissioning and dismantling of the nuclear power plant - from the nuclear power plant to the green lawn 3 ed. (2008).
- [2] L. Walters et al., Equivalent Radiation Damage in Zr-Alloys Irradiated in Various Reactors, 18<sup>th</sup> Int. Symp. on Zirconium in the Nuc. Industry, USA: ASTM International (2018).
- [3] V. Remeikis et.al, Nuc. Eng. and Design **361**, 1–10, (2020).