

Modelinis branduolinio kuro ciklo regioninių scenarijų vertinimas (BRILLIANT projektas)

Numerical Assessment of Regional Nuclear Fuel Cycle Scenarios (BRILLIANT Project)

Rita Plukienė, Laurynas Juodis, Artūras Plukis, Ovidijus Šalkauskas
Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius
rita.plukiene@ftmc.lt

EURATOM projektas BRILLIANT skirtas identifikuoti kliūtis trukdančias plėstis branduolinei energetikai Baltijos regione (Estija, Latvija, Lietuva, Lenkija ir Švedija) bei įvertinti galimus branduolinio kuro ciklo scenarijus. Vertinant branduolinio kuro ciklą, daugiausiai sunkumų kyla dėl naudoto branduolinio kuro ilgalaikiškumo/toksiškumo ir su tuo susijusio geologinio laidojimo nepatikimumo bei naštos ateities kartoms [1]. Naudotas energetinių reaktorių kuras, dėl jame esančių ilgaamžių plutonio ir kitų aktinoidų bei dalijimosi produktų išliks radiotoksiški 100 tūkst. metų.

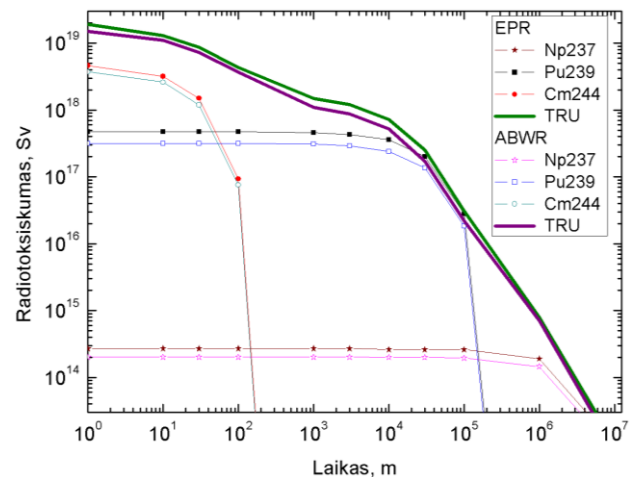
Šiame darbe standartinių reaktorių eksploatavimo metu susidarantiems naudoto branduolinio kuro (NBK) ir didelio aktyvumo atliekų srautams vertinti naudojamos TATENA NFCSS [2] bei SCALE6 paketo ORIGEN-ARP programos [3]. Detalūs skaičiavimai padeda įvertinti branduolinio kuro ciklui reikalingų medžiagų kiekius bei tolesnes atliekų tvarkymo strategijas – geologinio laidojimo [4], dalinio perdirbimo ir antrinio panaudojimo ar transmutavimo (IV kartos reaktoriuose ar iki-kritinėse transmutavimo sistemose) [2].

Darbe buvo vertinami Baltijos regione realiai egzistuojančiuose branduoliniuose reaktoriuose (Švedijoje - 12 ir Lietuvoje - 2) bei hipotetiniuose/planuojamuose (pažangiajame verdančio vandens (ABWR) ir Europos sulęgto vandens (EPR) tipo reaktoriuose [5]) susidarantys medžiagų srautai atviro, dalinai uždaro kuro ciklo atvejais.

NFCSS programa apskaičiuoti NBK atliekų srautai 4% (Švedijoje) ir 15% (Lietuvoje) tikslumu atitinka literatūroje pateikiamus duomenis, o lyginant su ORIGEN-ARP apskaičiuotais nuklidų susidarymo RBMK ir PWR reaktoriuose rezultatais – jie 10% ribose sutampa U ir Pu izotopams, tačiau aukštesniesiems aktinoidams gauti iki 2 kartų skirtumai. Naudojantis ORIGEN-ARP bei prieinamais literatūriniais duomenimis sudaryta regione egzistuojančių ir planuojamų reaktorių NBK atliekų nuklidinės sudėties duomenų bazė.

Lyginant ABWR bei EPR reaktorių atviro kuro ciklus, esant maksimaliai leistinai galiai, bei projektiniam reaktorių darbo laikotarpiui, ABWR pagamintų apie 81 TWh daugiau energijos, sukurtų 144 t daugiau NBK, kurio transuraninių elementų radiotoksiškumas 1,5 karto didesnis nei EPR reaktoriaus atveju. Švedijos ir Lietuvos reaktoriuose susidaręs NBK būtų tinkamas MOX kuro gamybai, bei galėtų būti panaudojamas ABWR ar EPR dalinai uždarame branduolinio kuro cikle. Tokio scenarijaus atveju trijų Švedijos reaktorių NBK galėtų būti

sudegintas ABWR reaktoriuje per 287 metus ir EPR reaktoriuje per 211 metų, atitinkamai IAE NBK per 97 ir 71 metus. Planuojamų reaktorių nepakaktų perdirbto NBK sudeginimui, o susidariusių atliekų radiotoksiškumas liktų gana aukštas, lyginant su atviro kuro ciklo atveju (žr. 1 pav.). Būtų tikslinga transmutuoti atskirtą Pu ir aukštesnius aktinoidus tam skirtose sistemose.



1 pav. EPR ir ABWR tipo reaktorių metinio NBK radiotoksiškumo kitimas laike dalinai uždaro branduolinio kuro ciklo atveju.

Reikšminiai žodžiai: naudotas branduolinis kuras, radiotoksiškumas, TATENA NFCSS, SCALE6 ORIGEN-ARP modeliavimas.

Literatūra:

- [1] R. Plukienė A. Plukis, D. Ridikas, V. Remeikis, A. Garbaras, *Env.&Chem. Phys.*, **25** (4), 171 (2003).
- [2] IAEA NFCSS, <https://infocis.iaea.org/NFCSS/About.chtml>
- [3] B.T. Rearden and M.A. Jessee, Eds., SCALE Code System, ORNL/TM-2005/39, Version 6.2.1, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee (2016).
- [4] Management of spent nuclear fuel and its waste, EASAC policy report No. 23, JRC Reference Report (2014) <https://ec.europa.eu/jrc>
- [5] VAE (Visagino atominė elektrinė). Lengvojo vandens reaktoriai. <http://www.vae.lt/lt/apie-mus/veikla-2/pazangios-technologijos-branduoliniai-reaktoriai>