

PATVIRTINTA

Lietuvos Respublikos švietimo,
mokslo ir sporto ministro

2022 m. balandžio 19 d. įsakymu Nr. V-585

**2022–2026 M. MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR EKSPERIMENTINĖS PLĖTROS PROGRAMA
„PANAUDOTO BRANDUOLINIO KURO IR EKSPLOATAVIMO NUTRAUKIMO
RADIOAKTYVIŲJŲ ATLIEKŲ SAUGOJIMO IR GALUTINIO SUTVARKYMO ĮRENGINIŲ
SAUGOS IR JUOSE VYKSTANČIŲ PROCESŲ SKAITINIAI TYRIMAI“**

1. 2022–2026 m. mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros programos „Panaudoto branduolinio kuro ir eksploatavimo nutraukimo, radioaktyviųjų atliekų saugojimo ir galutinio sutvarkymo įrenginių saugos ir juose vykstančių procesų skaitiniai tyrimai“ (toliau – programa) vykdytojas – Lietuvos energetikos institutas (toliau – LEI).

2. Programos tikslai.

Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo metu susidariusių radioaktyviųjų atliekų bei panaudoto branduolinio kuro tvarkymas yra ilgalaikis bei daug iššūkių keliantis procesas, kurio metu vykdomos įvairios technologinės operacijos – radionuklidais užterštų ar aktyvuotų struktūrų bei komponentų išmontavimas, jų pradinis apdorojimas, tarpinis saugojimas ir talpinimas į atliekynus. Eksploatavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų fizinės savybės, radiologiniai ir kiti parametrai lemia tolimesnį jų tvarkymą ir saugojimą bei kokie procesai turi būti vertinami ir kokios priemonės turi būti taikomos siekiant riboti ar išvengti radionuklidų patekimo į aplinką bei apsaugoti žmones nuo jonizuojančiosios spinduliuotės poveikio. Siekiant pagrįsti panaudoto branduolinio kuro ir eksploatavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų saugojimo bei galutinio sutvarkymo įrenginių saugą, būtina atlikti šiuose įrenginiuose vykstančių procesų tyrimus bei įvertinti galimą radiologinį poveikį žmonėms ir aplinkai.

Lietuvos energetikos instituto mokslininkai šios srities tyrimus vykdė įgyvendinami ilgalaikėse mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros (MTEP) programose „Atominių elektrinių eksploatavimo nutraukimo ir radioaktyviųjų atliekų bei panaudoto kuro tvarkymo procesų tyrimas ir radiacinio poveikio analizė“ (2012–2016 m.) bei „Jonizuojančios spinduliuotės poveikio bei kitų su atominių elektrinių eksploatavimo nutraukimu susijusių problemų tyrimas“ (2017–2021 m.) suformuluotus uždavinius. Šioje MTEP programoje planuojami tyrimai iš dalies tęs ankstesnėse MTEP programose atliktus skaitinius tyrimus juos tikslinant, atliekant jautrumo ir neapibrėžtumo analizes, gautus rezultatus palyginant su eksperimentiškai išmatuotomis Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų bei panaudoto branduolinio kuro saugojimo konteinerių radiacinėmis charakteristikomis, kurių ankstesnių MTEP programų vykdymo metu nebuvo arba buvo ribotos galimybės juos naudoti. Dalis skaitinių tyrimų apims anksčiau nenagrinėtus eksploatavimo nutraukimo metu susidarantį radioaktyviųjų atliekų srautus bei vertins panaudoto branduolinio kuro giluminiame atliekyne (GA) vykstančius procesus ir inžinerinių barjerų savybių kaitą atsižvelgiant į Lietuvos geologinės aplinkos, kurioje potencialiai gali būti įrengtas atliekynas, sąlygas. Remiantis preliminariu Lietuvos giluminio radioaktyviųjų atliekų atliekyno projekto įgyvendinimo grafiku, 2020–2047 metais bus vykdomi įvairūs tyrimai, kurių apimtyje bus atliekami GA įrengimui potencialiai tinkamų geologinių formacijų įvertinimas saugos požiūriu, parengti bendrieji GA įrengimo Lietuvoje saugos kriterijai, o vėliau kartu su kitais bendraisiais kriterijais (geologiniais, socio-ekonominiais, kt.) bus atliktas pradinis kompleksinis Lietuvos potencialių teritorijų tinkamumo GA įrengimui įvertinimas ir atliktas tinkamiausių GA įrengimui teritorijų prioritizavimas. Taip pat reikia pažymėti, kad 2021 m. Lietuvos Respublikos Vyriausybės patvirtintoje 2021–2030 metų branduolinės energetikos objektų eksploatavimo nutraukimo ir radioaktyviųjų atliekų tvarkymo plėtros programoje įvardintos problemos, su kuriomis susiduriama vykdant Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimą bei tvarkant susidarantį radioaktyviąsias atliekas. MTEP ilgalaikėje programoje numatyti moksliniai tyrimai prisidės prie šių problemų sprendimo.

3. Programos uždaviniai.

1 uždavinys. Atlikti eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų (pvz., reaktoriaus aktyvioje zonoje esančio grafito, metalinių komponentų ir kt.) charakterizavimą naudojant skaitinius metodus, gautus rezultatus palyginti su esamais eksperimentiniais matavimais.

Vykdamas Ignalinos AE eksploataacijos nutraukimą, būtina įvertinti susidarysiančių radioaktyviųjų atliekų kiekius, jų kategorijas, tvarkymo metu jonizuojančiosios spinduliuotės sukiamą poveikį darbuotojams ir gyventojams. Norint atlikti tokį vertinimą, pirmiausiai reikia skaitiniais ar eksperimentiniais metodais nustatyti išmontuojamų įvairių reaktoriaus komponentų (grafito, kuro kanalų, plieninių bei betoninių dalių ir kt.) bei kitos įrangos, konstrukcijų bei elementų radiacinę taršą. Skaitinis eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų radiacinės taršos vertinimas yra kompleksinis mokslinis uždavinys, kurį sprendžiant reikia atsižvelgti į Ignalinos AE eksploataacijos ypatumus, neutroninės aktyvacijos procesus, radionuklidų pernašą bei kaupimąsi įvairių sistemų konstrukciniuose elementuose. Planuojama, kad gauti skaitinio tyrimo rezultatai bus palyginant su Ignalinos AE eksperimentiškai išmatuotomis eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų radiacinėmis charakteristikomis. Toks palyginimas leis įvertinti sudarytų skaitinių modelių tikslumą bei patikimumą.

2 uždavinys. Įvertinti eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų bei jų tvarkymo įrenginių radiologinį poveikį žmonėms ir aplinkai.

Eksploatuojant radioaktyviųjų atliekų, panaudoto branduolinio kuro tvarkymo, saugojimo ir galutinio sutvarkymo kompleksus bei vykdamas kitus Ignalinos AE eksploataavimo nutraukimo darbus, radionuklidų patekimo į aplinkos orą ir vandenį keliai ir pobūdis keičiasi lyginant su buvusiais keliais, kuomet Ignalinos AE buvo eksploatuojama. Šalia buvusių radionuklidų išmetimų šaltinių, kurių patekimas į aplinką sustabdžius Ignalinos AE eksploatavimą pakito, atsiranda nauji radionuklidų išmetimo šaltiniai susiję su aukščiau minėtais naujais radioaktyviųjų atliekų tvarkymo kompleksais. Skaitiniais metodais vertinant radionuklidų sklaidą atmosferoje, vandenyje ir biosferoje bei jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį, bus siekiama kompleksiskai ir integruotai įvertinti esamų ir naujai pastatytų radioaktyviųjų atliekų ir panaudoto branduolinio kuro tvarkymo, saugojimo bei galutinio sutvarkymo kompleksų radiacinį poveikį darbuotojams, gyventojams ir aplinkai. Taip pat atliktų skaitinių tyrimų rezultatai suteiktų informacijos ir rekomendacijų kaip galima būtų patikslinti šiuo metu Lietuvoje galiojančius normatyvinius dokumentus, kuriais reglamentuojamas Ignalinos AE radiacinio poveikio aplinkai vertinimas elektrinės eksploataacijos metu, tačiau ne eksploataavimo nutraukimo sąlygomis.

3 uždavinys. Taikant skaitinius metodus nustatyti panaudoto branduolinio kuro (PBK) charakteristikas ir įvertinti PBK sauso tipo saugojimo konteineriuose vykstančius procesus ilgalaikio saugojimo metu.

Pagal šiuo metu Lietuvoje esančią panaudoto branduolinio kuro tvarkymo koncepciją numatyta, kad panaudotas branduolinis kuras 50 metų bus saugojamas sauso tipo saugykloje. Per šį laiką turi būti parengta panaudoto branduolinio kuro galutinio tvarkymo koncepcija. Tačiau dėl ateityje galimų įvairių neapibrėžtumų, vėlavimų, nepakankamų finansinių išteklių ir kt. gali būti jog panaudoto branduolinio kuro galutinio tvarkymo kompleksai nebus laiku įrengti, todėl saugojimas ilgiau nei 50 metų taip pat turi būti vertinamas ir analizuojamas. Panaudoto branduolinio kuro rinklės komponentų savybių bei saugojimo konteineriuose vykstančių procesų vertinimas yra vieni iš svarbiausių uždavinių ilgalaikio saugojimo atveju. Skaitiniais metodais vertinant panaudoto branduolinio kuro charakteristikas dažnai priimamos konservatyvios prielaidos, supaprastintas geometrinio modelio aprašymas ir kitos aproksimacijos, kurie lemia tai, jog apskaičiuotos vertės yra keletą ar net keliasdešimt kartų didesnės nei eksperimentiškai išmatuotos. Todėl siekiant gauti tikslesnius skaitinių vertinimų rezultatus, vykdamas šį uždavinį bus siekiama kuo tiksliau aprašyti reaktoriaus eksploataavimo parametrus, taikyti detalius trimačius panaudoto branduolinio kuro rinklės reaktoriaus kanale ir panaudoto branduolinio kuro saugojimo konteinerių geometrinius modelius. Taip pat išnagrinėti ir įvertinti įvairių skaitinio modelio įvesties parametrų (cheminės sudėties, geometrinių duomenų, reaktoriaus apkrovos istorijos ir kt.) neapibrėžtumus bei jų įtaką gaunamiems skaitinių tyrimų rezultatams. Eksperimentiškai išmatuotos RBMK kuro charakteristikos apibendrintai yra pateiktos viešai prieinamoje NEA SFCOMPO 2.0 duomenų bazėje. Šioje bazėje

pateiktos skirtingo išdegimo gylio panaudoto branduolinio kuro bandiniuose eksperimentiškai išmatuotos skilimo produktų, urano, plutonio izotopų koncentracijos. Skaitiniais metodais bus modeliuojami skirtingi kuro išdegimo gyliai, varijuojami reaktoriaus darbo parametrai ir apskaičiuotų radionuklidų koncentracijos bus lyginamos su SFCOMPO 2.0 duomenų bazėje pateiktomis reikšmėmis.

4 uždavinys. Atlikti PBK giluminiame atliekyne vykstančių procesų (šiluminių, hidraulinių, mechaninių ir kt.) ir atliekyno inžinerinių bei gamtinių barjerų savybių kaitos (heterogeniškumo, degradacijos ir kt.) skaitinius tyrimus.

Pagrindinis panaudoto branduolinio kuro talpinimo giluminiame atliekyne būdas – konteineriai su panaudoto kuro rinklėmis yra apgaubiami keletu vienas kitą sustiprinančių ir papildančių pasyvių barjerų (daugiabarjerinės sistemos koncepcija). Analizuojant radionuklidų sklaidą iš panaudoto branduolinio kuro konteinerio ir tolesnę jų pernašą atliekyno inžineriniais ir gamtiniais barjeriais reikia įvertinti esminius pernašą lemiančius bei įtakojančius procesus (radionuklidų išsiskyrimą iš konteinerio, fizikinę ir cheminę sąveiką su inžinerinėmis medžiagomis ir gamtine aplinka, difuzinę, konvekcinę pernašą, pernašą dujinėje fazėje ir kitus šiluminius, hidraulinius ir mechaninius procesus). Analizuojant radionuklidų pernašą reikia įvertinti aplinkos ypatumus, vyraujančias termines, hidrogeologines, chemines sąlygas, jų kaitą ilgalaikėje perspektyvoje, o taip pat ir paties atliekyno konstrukcinių elementų, inžinerinių barjerų savybių kaitą ir poveikį radionuklidų pernašai (radioaktyviųjų atliekų formos irimas, pakuočių degradacija, konteinerio korozija/dujų susidarymas, ir pan.). Radionuklidų pernašos modeliavimas atliekamas taikant įvairius priartėjimus kompleksinių procesų įvertinimui (šiluminė, šiluminė-hidraulinė, šiluminė-hidraulinė-mechaninė analizė, pan.) bei pasitelkus deterministinius ir tikimybinus metodus. Atliekant išsamius radionuklidų pernašos vertinimus taip pat siekiama išanalizuoti pačio atliekyno efektyvumą, palyginti atskirus technologinius sprendimus, identifikuoti reikšmingiausius radionuklidus. Todėl radionuklidų pernaša iš atliekynų turi būti vertinama kompleksiskai ir išsamiai, atsižvelgiant į esamų eksperimentinių ir skaitinių mokslinių tyrimų rezultatus. Siekiant įvertinti radionuklidų pernašos ypatumus PBK giluminiame atliekyne numatoma atlikti skaitinius tyrimus atsižvelgiant į konkrečias su vietoje susijusias sąlygas, gyvensenos ypatumus. PBK giluminis atliekynas gali būti įrengtas skirtingose geologinėse formacijose (pvz. granite, molyje), kurių savybės lemia radionuklidų pernašą. Pavyzdžiui, vertinant vandenyje ištirusių radionuklidų sklaidą būtina atsižvelgti į konkrečiai vietai būdingas šias sąlygas ir savybes: požeminio vandens cheminę sudėtį atliekyno aplinkoje, vandens geofiltracijos sąlygas (geofiltracijos greitis, kryptis). Taip pat būtina įvertinti radionuklidų cheminę sąveiką su inžinerinių barjerų ir geologinės aplinkos medžiagomis (sorbcija). Modeliuojant galimus gyventojų apšvitos kelius (išorinę apšvitą, apšvitą įkvėpus, prarijus ir pan.) reikia atsižvelgti į atliekyno aplinkoje esančių žmonių gyvensenos ypatumus, pvz., kiek laiko praleidžia atliekyno aplinkoje, kokią ūkinę veiklą vykdo, kokius ir kiek produktų suvartoja maistui, kokiu vandeniu laisto daržus ir t.t. Remiantis gautais skaitinių tyrimų rezultatais bus galima pagrįsti sistemos tinkamumą eksploatacijai bei ilgalaikę saugą ją uždarius. Šio uždavinio tyrimų metodika ir rezultatai taip pat prisidės ir prie GA įrengimui potencialiai tinkamų geologinių formacijų vertinimo saugos požiūriu bei bendrųjų GA įrengimo Lietuvoje saugos kriterijų nustatymo.

4. Metodologinis tyrimų pagrindimas.

Programos vykdytojai yra LEI Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijos mokslininkai. Įvykdę didelį kiekį sudėtingų mokslinių tyrimų, susijusių su Ignalinos AE vykdomos veiklos branduolinės ir radiacinės saugos bei radiacinio poveikio darbuotojams bei gyventojams vertinimu, planuojamų mokslinių tyrimų vykdytojai turi sukaupę didelę patirtį šioje srityje. LEI mokslininkų kompetencija, turima programinė įranga bei esanti aplinka ir infrastruktūra moksliniams tyrimams atlikti leidžia pagrįstai teigti, kad mokslinių tyrimų programoje numatytos užduotys bus įvykdytos kvalifikuotai ir laiku. Reikia pažymėti, kad LEI mokslininkai programoje vykdys tik skaitinius tyrimus. Palyginimas su kitų tyrėjų atliktais eksperimentinių tyrimų rezultatais bus pagalbiniė priemonė, leidžianti įvertinti skaitinių tyrimų tikslumą ar nustatyti skaitiniuose modeliuose naudojamų įvesties duomenų reikšmingumą. Žemiau pateikti tyrimų metodai, kurie bus taikomi siekiant įgyvendinti programos uždavinius.

1 uždavinys. Atlikti eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų (pvz., reaktoriaus aktyvioje zonoje esančio grafito, metalinių komponentų ir kt.) charakterizavimą naudojant skaitinius metodus, gautus rezultatus palyginti su esamais eksperimentiniais matavimais.

Reaktoriaus konstrukcinių elementų ir technologinių įrenginių radiacinio užterštumo sklaidos kelių analizė bus atliekama taikant skaitinius metodus ir remiantis atliktais eksperimentiniais įvairių komponentų radiacinės taršos matavimais. Aktyvuotų reaktoriaus ir kitų komponentų radiacinės charakteristikos skaitiniais metodais bus vertinamos kompiuterinėmis programomis MCNP (JAV) ir SCALE (JAV). Vykdamas planuojamą uždavinį bus siekiama gauti naujas ir patikslintas neutronais paveiktų medžiagų radiacines charakteristikas, o tai ypač svarbu tolesniuose jonizuojančios spinduliuotės poveikio žmonėms ir aplinkai vertinimuose.

2 uždavinys. Įvertinti eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų bei jų tvarkymo įrenginių radiologinį poveikį žmonėms ir aplinkai.

Vertinant jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį, bus naudojamos į aplinką išmetamų radionuklidų sklaidos vertinimui skirtos specializuotos kompiuterinės programos AMBER (JAV), GOLDSIM (JAV) ir kitos. Ignalinos AE darbuotojų bei gyventojų apšvitos vertinimui bus naudojamos MicroShield (JAV), VISIPLAN (Belgija) ir kitos kompiuterinės programos. Programų pasirinkimą lems skaitinių tyrimų ypatumai.

3 uždavinys. Taikant skaitinius metodus nustatyti panaudoto branduolinio kuro (PBK) charakteristikas ir įvertinti PBK sauso tipo saugojimo konteineriuose vykstančius procesus ilgalaikio saugojimo metu.

Panaudoto branduolinio kuro charakteristikos skaitiniais metodais bus modeliuojamos kompiuterinėmis programomis SCALE (JAV) ir MCNP (JAV). Atlikus planuojamus modeliavimus bus apskaičiuotos PBK charakteristikos (susidariusių radionuklidų koncentracijos, jų aktyvumai, neutronų ir gama spinduliuotės parametrai, liekamosios šilumos vertės), kurios toliau bus naudojamos saugojimo konteineriuose vykstančių procesų analizei ilgalaikio saugojimo (virš 50 metų) atveju bei pagrindžiant ilgalaikio saugojimo branduolinę ir radiacinę saugą.

4 uždavinys. Atlikti PBK giluminiame atliekyne vykstančių procesų (šiluminių, hidraulinių, mechaninių ir kt.) ir atliekyno inžinerinių bei gamtinių barjerų savybių kaitos (heterogeniškumo, degradacijos ir kt.) skaitinius tyrimus.

Sprendžiant šį uždavinį bus remiamasi pasaulyje esančiomis PBK giluminių atliekynų koncepcijomis, sukuriant atitinkamus Lietuvos sąlygomis tinkamus skaitinius modelius. Analizei atlikti reikalingi modeliai bus sukurti atsižvelgiant į esamą informaciją apie Lietuvos aplinkos ir geologines sąlygas bei naudojant kompiuterines programas AMBER (UK), PETRASIM (JAV), GOLDSIM (JAV), COMSOL (JAV) ir kitas. Sistemos inžineriniuose ir gamtiniuose barjeruose vykstančių procesų (šiluminių, hidraulinių, mechaninių, ir pan.) ir barjerų savybių kaitos modeliavimas bei jų įtakos radionuklidų pernašai analizė bus atlikta kompleksiskai taikant įvairius priartėjimus procesų įvertinimui, pasitelkiant deterministinius ir tikimybinus metodus.

5. Tyrimų etapai, jų charakteristikos ir detalus įgyvendinimo planas.

Planuojami uždaviniai bus vykdomi lygiagrečiai visu programos įgyvendinimo laikotarpiu 2022–2026 m. Žemiau pateikti preliminarūs kiekvieno uždavinio etapų įgyvendinimo planai. Kaip buvo minėta anksčiau, LEI mokslininkai vykdys tik skaitinius tyrimus. Skaitinių tyrimų rezultatų palyginimas su viešai paskelbtais kitų tyrėjų atliktais eksperimentiniais tyrimais bus pagalbine priemone leidžianti įvertinti skaitinių tyrimų tikslumą. Jei skaitinių modeliavimo rezultatai ir matavimų duomenis ženkliai skirsis, bus analizuojamos nesutapimų priežastys ir skaitinio vertinimo modeliai bus tikslinami.

1 uždavinys. Atlikti eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų (pvz., reaktoriaus aktyvioje zonoje esančio grafito, metalinių komponentų ir kt.) charakterizavimą naudojant skaitinius metodus, gautus rezultatus palyginti su esamais eksperimentiniais matavimais (2022–2026 m.).

- Informacijos rinkimas, duomenų analizė, skaitiniai radiacinės taršos bei neutroninės aktyvacijos vertinimai (2022–2025 m.);
- Parametrų jautrumo bei neapibrėžtumo analizė, rezultatų apibendrinimas (2023–2026 m.);
- Galutinės ataskaitos rengimas (2026 m.).

2 uždavinys. Įvertinti eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų bei jų tvarkymo įrenginių radiologinį poveikį žmonėms ir aplinkai (2022–2026 m.).

- Informacijos rinkimas, duomenų analizė, eksploataavimo nutraukimo radioaktyviųjų atliekų bei jų tvarkymo įrenginių skaitinių modelių sudarymas (2022–2023 m.);
- Radionuklidų sklaidos atmosferoje, vandenyse ir biosferoje modeliavimas (2023–2025 m.);
- Parametrų jautrumo analizė, rezultatų neapibrėžtumo analizė, rezultatų apibendrinimas (2025–2026 m.);
- Galutinės ataskaitos rengimas (2026 m.).

3 uždavinys. Taikant skaitinius metodus nustatyti panaudoto branduolinio kuro (PBK) charakteristikas ir įvertinti PBK sauso tipo saugojimo konteineriuose vykstančius procesus ilgalaikio saugojimo metu (2022–2026 m.).

- Informacijos rinkimas, duomenų analizė, PBK planuojamo bei ilgalaikio saugojimo metu svarbių charakteristikų identifikavimas ir jų vertinimo modelio sukūrimas (2022–2023 m.);
- Skaitiniai panaudoto branduolinio kuro charakteristikų ir saugojimo konteineriuose vykstančius procesus vertinimai (2023–2025 m.);
- Parametrų jautrumo analizė, rezultatų neapibrėžtumo analizė, rezultatų apibendrinimas (2025–2026 m.);
- Galutinės ataskaitos rengimas (2026 m.).

4 uždavinys. Atlikti PBK giluminiame atliekyne vykstančių procesų (šiluminių, hidraulinių, mechaninių ir kt.) ir atliekyno inžinerinių bei gamtinių barjerų savybių kaitos (heterogeniškumo, degradacijos ir kt.) skaitinius tyrimus (2022–2026 m.).

- Informacijos rinkimas, duomenų analizė, GA komponentų (atliekų pakuočių, inžinerinių ir gamtinių barjerų ir kt.) apibūdinimas (2022–2023 m.);
- Radionuklidų sklaidos scenarijų ir konceptualių modelių sudarymas atsižvelgiant į regiono aplinkos savybes ir sąlygas (2022–2023 m.);
- Radionuklidų sklaidos skaitinis modeliavimas (2023–2025 m.);
- Rezultatų interpretavimas bei parametrų jautrumo ir neapibrėžtumo analizė (2025–2026 m.);
- Galutinės ataskaitos rengimas (2026 m.).

Preliminari informacija apie LEI Branduolinės inžinerijos problemų laboratorijos mokslininkų etatus skirtus kiekvieno uždavinio vykdymui ir planuojama mokslinė produkcija.

	Etatai			Mokslinė produkcija, vnt.	
	vyr. m. d.	v. m. d.	m. d.	Straipsniai leidiniuose CA WoS	Pranešimai tarptautinėse ir nacionalinėse konferencijose
1 uždavinys	0,2	1,6	0,2	2–3	2
2 uždavinys	0,3	1,5	0,2	2–3	2
3 uždavinys	0,5	1,7	0,3	2–3	3
4 uždavinys	0,6	2,5	0,4	3–4	3
Iš viso:				9–13	10

6. Numatomi rezultatai.

Šioje programoje planuojami tyrimai yra svarbūs ir aktualūs siekiant saugiai ir efektyviai išmontuoti RBMK-1500 reaktoriaus komponentus bei tvarkyti Ignalinos AE susidariusiais radioaktyviais atliekas. Gauti rezultatai suteiks naujų žinių apie RBMK-1500 reaktoriaus sistemų bei komponentų radiacinę taršą, jos poveikį bei sklaidą. Bus patikslinti ir gauti nauji duomenys apie

reaktoriaus komponentų radiacines charakteristikas, neutroninės aktyvacijos metu aktyvuotuose komponentuose susidariusius radionuklidus ir jų aktyvumus.

Radionuklidų sklaidos aplinkoje ir jonizuojančiosios spinduliuotės poveikio gyventojams skaitiniai tyrimai nuo anksčiau vykdytų tyrimų skirsis tuo, jog ankstesniuose tyrimuose buvo vertinamas radionuklidų patekimo į atmosferą kelias iš eksploatuojamų Ignalinos AE reaktorių bloku ir esamų radioaktyviųjų atliekų tvarkymo įrenginių. Šioje mokslinių tyrimų programoje numatoma vertinti radionuklidų patekimo į atmosferą kelius, kurie pakinta ir naujai atsiranda pradėjus Ignalinos AE eksploatavimo nutraukimo darbus bei pastacius naujus RA ir PBK tvarkymo, saugojimo ir galutinio sutvarkymo kompleksus. Įvairiose branduolinę energetiką turinčiuose šalyse radioaktyviųjų medžiagų išmetimo šaltiniai bei keliai skiriasi. Be to, radionuklidų sklaidą ir poveikį gyventojams lemia skirtingos meteorologinės ir hidrologinės sąlygos, netoli branduolinės energetikos objekto gyvenančių žmonių vykdoma ūkinė veikla, o taip pat ir žmonių mitybos įpročiai.

PBK charakteristikų nustatymas tiesiogiai susijęs su PBK sauso tipo saugojimo konteinerių branduolinės ir radiacinės saugos užtikrinimu. Po PBK laikino saugojimo (50 metų), PBK turės būti perkrautas į laidojimo konteinerius, kurie vėliau talpinami į giluminį atliekyną, tačiau įvairiose šalyse abejojant, kad giluminiai atliekynai bus įrengti laiku, yra svarstomos PBK ilgalaikio saugojimo (virš 50 metų) galimybės. Ilgalaikio saugojimo metu, aktualia mokslinė problema tampa ne tik PBK charakteristikų žinojimas, bet ir PBK dalijimosi produktų pernaša kuro matricoje ir šiluminio elemento apvalke ir kitų saugojimo konteineriuose vykstančių procesų vertinimas.

Siekiant įvertinti radionuklidų pernašos ypatumus PBK giluminiame atliekyne, bus atlikti atliekyno inžineriniuose ir gamtiniuose barjeruose vykstančių bei tarpusavyje susijusių procesų (šiluminių, hidraulinių, mechaninių, ir pan.) ir barjerų savybių kaitos (heterogeniškumo, degradacijos ir kt.), skaitiniai tyrimai. Atsižvelgus į gautus rezultatus apie barjerų savybių kaitą bus įvertinta jų įtaką pagrindiniams radionuklidų pernašos procesams. Radionuklidų sklaidos įvertinimas yra kompleksinis uždavinys, kurio sprendimo metu bus integruojamos įvairių mokslo sričių žinios, tarptautinių mokslinių tyrimų rezultatai, bus pasitelkti patikimi inžineriniuose, gamtiniuose barjeruose vykstančių ir tarpusavyje susijusių procesų analizės metodai. Gauti rezultatai bus aktualūs sprendžiant PBK atliekyno įrengimo Lietuvoje klausimus, vertinant ilgalaikę saugą bei pagrindžiant tolimesnių mokslinių tyrimų poreikį.

7. Rezultatų sklaidos priemonės.

Mokslinių tyrimų programoje planuojamų tyrimų įgyvendinimo laikotarpiu be tarpinės ir baigiamosios ataskaitos į mokslo žurnalus bus teikiamos publikacijos vykdomų tyrimų tematika. Žemiau esančioje lentelėje pateikti duomenys apie planuojamą kiekvieno uždavinio tyrimų rezultatų skelbimą moksliniuose žurnaluose bei konferencijose. Teikiant publikacijas į „Clarivate Analytics“ duomenų bazės žurnalus, prioritetas bus teikiamas pirmajame ar antrajame kvartilyje (Q1–Q2) esantiems žurnalam.

Programos uždaviniai	Planuojamas publikacijų skaičius „Clarivate Analytics“ duomenų bazės žurnaluose	Planuojamas skaičius konferencijų, kuriose bus pristatomi tyrimų rezultatai
1 uždavinys	2–3	2
2 uždavinys	2–3	2
3 uždavinys	2–3	3
4 uždavinys	3–4	3
<i>Iš viso</i>	9–13	10

8. Programos vykdymui skirtos lėšos 850 tūkst. Eur (aštuoni šimtai penkiasdešimt tūkstančių eurų)

	2022 m.	2023 m.	2024 m.	2025 m.	2026 m.	Visai programai skirta tūkst. Eur
Lėšos programai vykdyti	170	170	170	170	170	850

9. Programos vadovas skelbiamas LEI interneto svetainėje www.lei.lt