

Landfill tipo radioaktyviųjų atliekų kapinynui numatytų aikštelių įvertinimas

1. Radionuklidų sklaidos vandens keliu analizė

Raimondas Kilda,

Povilas Poškas,

Dalia Grigaliūnienė

*Lietuvos energetikos institutas,
Branduolinės inžinerijos problemų
laboratorija, Breslaujos g. 3,
LT-44403 Kaunas
El. paštas: raimond@mail.lei.lt*

Ignalinos AE teritorijoje numatoma įrengti Landfill tipo kapinyną, kuriame būtų galima palaidoti Ignalinos AE eksploatavimo ir eksploatavimo nutraukimo metu susidariusias labai mažo aktyvumo radioaktyvias atliekas. Kapinyno įrengimui analizuojamos dvi alternatyvios aikštelės, sąlyginai vadinamos Šiaurine ir Pietine. Pirmajame šios serijos straipsnyje atlikta radionuklidų sklaidos iš Landfill tipo kapinyno vandens keliu analizė, jeigu jis būtų įrengtas minėtose aikštelėse. Remiantis analizės rezultatais, palygintas aikštelėse įrengto kapinyno sąlygotas potencialus radiologinis poveikis gyventojams, kurie vartotų užterštą radionuklidais gręžinio arba ežero vandenį, nustatyti didžiausią radiologinį poveikį sąlygojantys radionuklidai.

Įvertinimas parodė, kad visais atvejais didžiausias indėlis (>90%) į bendrą dozę būtų ^{129}I radionuklido. Įvertinus dozę dėl radionuklidais užteršto gręžinio vandens vartojimo, nustatyta, kad beveik visų radionuklidų sąlygotos didžiausios dozės reikšmės, lyginant Šiaurinę ir Pietinę aikšteles, yra maždaug vienodos. Išimtį sudaro tik ^3H ir ^{14}C radionuklidai. ^3H sąlygota didžiausia dozė, įrengus kapinyną Pietinėje aikštelėje, būtų daugiau nei 10 kartų didesnė negu Šiaurinėje. Įrengus kapinyną Šiaurinėje aikštelėje, ^{14}C sąlygotą apie 20 kartų didesnę dozę. Įvertinus dozę dėl į ežerą patekusių radionuklidų, pastebėta, kad visiems radionuklidams didžiausios dozės reikšmės būtų didesnės įrengus Landfill kapinyną Šiaurinėje aikštelėje.

Raktažodžiai: Landfill kapinynas, labai mažo aktyvumo radioaktyviosios atliekos, radionuklidų sklaida vandens keliu, gyventojų apšvita

1. ĮVADAS

Eksploatuojant Ignalinos AE ir eksploatavimo nutraukimo metu susidarys apie 60 tūkst. m^3 labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų [1]. Pagal atliekų laidojimo reikalavimus [2], tokios atliekos gali būti laidojamos Landfill tipo kapinyne. Tokio kapinyno ilgalaikė sauga užtikrinama įrengiant palyginti paprastus inžinerinius barjerus ir viršuje suformuojant uždengiamąjį kaupą. Kaip rodo kelių dešimtmečių pasaulinė patirtis, tai yra realus, praktiškas ir ekonomiškasis radioaktyviųjų atliekų izoliavimo būdas, leidžiantis užtikrinti žmonių saugą ir aplinkos apsaugą.

Labai mažo aktyvumo atliekoms palaidoti Ignalinos AE teritorijoje planuojama pastatyti Landfill tipo kapinyną. Kapinyno įrengimui analizuojamos dvi alternatyvios aikštelės, sąlyginai vadinamos Šiaurine ir Pietine (1 pav.). Šiaurinė aikštelė yra vakariename Ignalinos AE teritorijos pakraštyje, greta Ignalinos AE pramoninės aikštelės. Vakarinė aikštelės riba sutampa su Ignalinos AE teritorijos riba. Pietinė aikštelė plyti pietvakariame Ignalinos AE teritorijos pakraštyje, piečiau projektuojamų statinių, skirtų laikinai panaudoto branduolinio kuro saugyklai ir kietųjų radioaktyviųjų atliekų apdorojimo ir saugojimo kompleksui.

Pirmajame šios straipsnių serijos darbe atlikta radionuklidų sklaidos iš Landfill tipo kapinyno vandens keliu analizė, jeigu

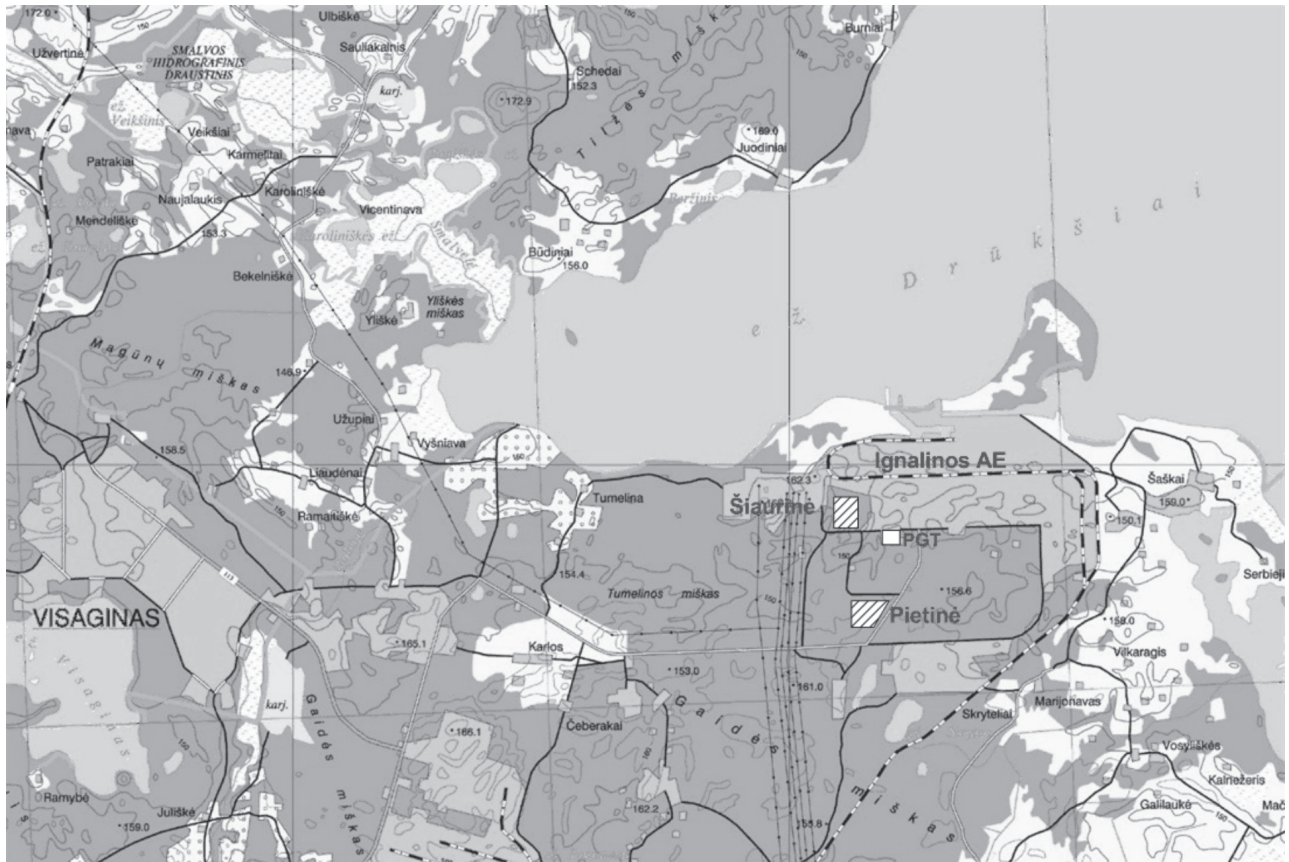
jis būtų įrengtas Šiaurinėje arba Pietinėje aikštelėje. Remiantis analizės rezultatais, pateiktas aikštelių radiologinio poveikio palyginimas, nustatyti didžiausią radiologinį poveikį sąlygojantys radionuklidai.

2. VERTINIMO METODOLOGIJA

Radionuklidų sklaidos iš planuojamo Landfill tipo kapinyno ir radiologinio poveikio įvertinimas atliktas pagal ISAM (abreviatūra iš pavadinimo anglų k.: Improvement of Safety Assessment Methodologies for Near Surface Radioactive Waste Disposal Facilities) metodologiją, kurią TATENA (Tarptautinė atominės energijos agentūra) rekomenduoja radioaktyviųjų atliekų paviršinių kapinynų saugos vertinimui [3]. Pagal nurodytą metodologiją atliekama:

- 1) uždavinio formulavimas;
- 2) laidojimo sistemos apibūdinimas;
- 3) radionuklidų sklaidos scenarijų sudarymas;
- 4) konceptualių modelių sudarymas;
- 5) matematiniai modeliai ir skaičiavimai;
- 6) rezultatai ir jų analizė.

Nurodytų metodologinių nuostatų buvo laikomasi vertinant galimą radionuklidų sklaidą iš Šiaurinėje arba Pietinėje aikšte-



1 pav. Ignalinos AE ir jos apylinkės. Landfill tipo kapinyno įrengimui analizuojamų dviejų aikštelių vieta. PGT – priešgaisrinė gelbėjimo tarnyba

lėje įrengto Landfill tipo kapinyno vandens keliu ir šios sklaidos sąlygotą jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį gyventojams.

3. UŽDAVINIO FORMULAVIMAS

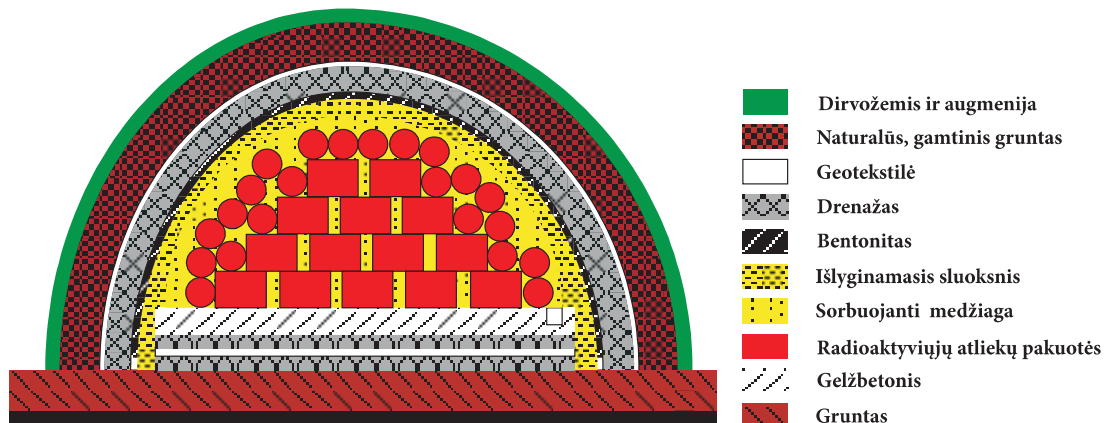
Šiame straipsnyje pateiktos analizės tikslas – galimos radionuklidų sklaidos vandens keliu bei jų sąlygojamos gyventojų apšvitos po kapinyno uždarymo įvertinimas, atsižvelgiant į numatomų laidoti radioaktyviųjų atliekų charakteristikas, konceptualią paviršinio kapinyno konstrukciją bei analizuojamų aikštelių geologinius-hidrogeologinius ypatumus; kapinyno sąlygojamo radiologinio poveikio palyginimas, jeigu jis būtų įrengtas Šiaurinėje ar Pietinėje aikštelėje.

Radiacinės saugos kriterijus – kritinės gyventojų grupės nario metinė efektinė apšvitos dozė.

Potencialios radionuklidų sklaidos analizėje gyventojų gaunamos dozės kitimas stebimas tol, kol pasiekiami maksimali vertė stebimuose laidojimo sistemos taškuose.

4. LAIDOJIMO SISTEMOS APIBŪDINIMAS

Labai mažo aktyvumo radioaktyviosios atliekos, skirtos laidoti Landfill kapinyne, bus talpinamos į konteinerius ir plastikinius ryšulius. Planuojama, kad dėl didelio atliekų kiekio ir numatomo ilgo jų laidojimo laikotarpio (apie 20 metų) Landfill kapinyną sudarys trys atskiri moduliai. Konteineriai kapinyno modulyje bus kraunami keturiais aukštais, juos išdėstant kupolo forma. Atliekų pakuočių išdėstymas modulyje ir pagrindiniai kapinyno modulio inžineriniai barjerai parodyti 2 paveiksle.



2 pav. Landfill tipo kapinyno inžineriniai barjerai

Lentelė. Geosferos komponentų parametrai Šiaurinei ir Pietinei aikštelėms

Aikštelė	Geosferos komponentai	Vyraujantis gruntas	Storis m	Sausos medžiagos tankis kg/m ³	Efektinis poringumas	Hidraulinis laidumas m/s
Šiaurinė	Aeracijos zona	Molis	2	1 680	0,06	$5,8 \times 10^{-9}$
		Molis	2	1 970	0,05	$4,6 \times 10^{-9}$
	Vandeningas horizontas	Smėlis	14	1 680	0,32	$1,1 \times 10^{-4}$
Pietinė	Aeracijos zona	Smėlis	2	1 480	0,30	$1,1 \times 10^{-5}$
		Molis	2	1 920	0,05	$8,1 \times 10^{-8}$
	Vandeningas horizontas	Smėlis	17	1 640	0,30	$5,8 \times 10^{-5}$

Tiksli labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų nuklidinė sudėtis dar nėra nustatyta, todėl šiame darbe analizuojami radionuklidai atrinkti remiantis paviršiniame kapinyne planuojamų laidoti atliekų radionuklidų sąrašu [4] ir IAE 1 bloko eksploataavimo nutraukimo projekto kuro iškrovimo fazei atliktoje poveikio aplinkai vertinimo ataskaitoje nustatyta atliekų nuklidinė sudėtimi [5]. Iš viso buvo vertinami 33 radionuklidai.

Kadangi Landfill kapinyne numatomų laidoti atliekų aktyvumas taip pat nėra tiksliai žinomas, lyginamajame aikštelių radiologinio poveikio įvertinime priimta, kad pradinis kiekvieno radionuklido aktyvumas kapinyne lygus vienam terabekereliui (10^{12} Bq).

Įvertinime naudotos apibendrintos pagrindinių aeracijos zonos ir vandeningo horizonto (gruntinio vandens horizonto) parametrų reikšmės Šiaurinei ir Pietinei aikštelėms pateiktos lentelėje.

Stebėjimo taškai buvo pasirinkti vandeningame horizonte srauto tėkmės kryptimi 100 metrų atstumu nuo kapinyno (prie numatomos sanitarinės apsaugos zonos ribos) ir vandeningo horizonto iškrovos taške, t. y. prie Drūkšių ežero.

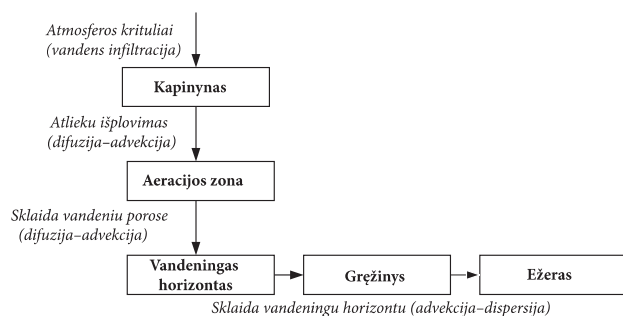
5. RADIONUKLIDŲ SKLAIDOS SCENARIJAI

Pagal ISAM metodiką [3], sudarant scenarijus galima naudoti formalią procedūrą. Tuomet laidojimo sistema yra skaidoma į komponentus, po to nustatomos galimos komponentų būsenos ir galiausiai, įvertinus galimas būsenas ir laidojimo sistemos komponentų sąryšius, sudaromi scenarijai. Taip sudaryti scenarijai pateikti TATENA dokumente [6]. Vienas iš šio darbo tikslų yra Landfill tipo kapinyno, jeigu jis būtų įrengtas Šiaurinėje ar Pietinėje aikštelėje, radiologinio poveikio palyginimas, todėl iš pateikto scenarijų sąrašo [6] atrinkti tie scenarijai, kuriuose vertinami laidojimo sistemos geosferos komponentai (aeracijos zona, vandeningas horizontas) analizuojamose aikštelėse apibūdinami skirtingai. Priėmus, kad kapinyno konstrukcija, galimos inžinerinių barjerų būsenos, o taip pat radioaktyviųjų atliekų kiekis ir sudėtis bei radionuklidų pernašos kapinyno inžineriniais barjeriais sąlygos yra identiškos abiejose aikštelėse viso analizuojamo laikotarpio metu, kapinyno uztvindymo bei netyčinio išbiovimo scenarijai, kurie vyktų vienodai abiejose aikštelėse, nebuvo nagrinėjami. Aikštelių hidrogeologinių ypatumų įvertinimui šiame straipsnyje pasirinktas atliekų išplovimo iš kapinyno scenarijus.

6. KONCEPTUALUS MODELIS

Konceptualus radionuklidų sklaidos vandens keliu per laidojimo sistemą modelis schematiškai parodytas 3 paveiksle. Dėl kritulių

infiltracijos vanduo skverbiasi per kapinyno inžinerinius barjerus ir išplauti iš atliekų pakuočių radionuklidai difuzijos–advekcijos būdu pernešami į aeracijos zoną ir jos porose esančiu vandeniu patenka į vandeningą horizontą. Toliau radionuklidai, advekcijos–dispersijos būdu sklisdami vandeningu horizontu, pasiektų vandens gręžinį ar ežerą ir sąlygotų žmonių apšvitą.



3 pav. Konceptualus radionuklidų pernešimo modelis

Modeliuojant radionuklidų sklaidą padarytos šios prielaidos:

- kapinyno inžineriniai barjerai nevertinami ir priimama, kad jie nesulaiko atmosferos kritulių, taigi infiltracijos greitis bus lygus prasiskverbusių kritulių kiekiui;
- uždarius kapinyną, radioaktyviųjų atliekų pakuočių ir užpildo poros yra visiškai prisotintos vandeniu;
- radionuklidai yra visai ištirpę porų vandenyje ir tolygiai pasiskirstę kapinyne, radionuklidų tirpimas vandenyje neribojamas;
- radionuklidai yra sulaikomi dėl sorbcijos inžineriniuose barjeruose ir geosferos komponentuose;
- yra nusistovėjusi pusiausvyra tarp radionuklidų koncentracijų skystoje (vandenyje) ir kietoje (absorbuojančioje medžiagoje) fazėse, o drėgmės kiekis, difuzijos, hidrodinaminės dispersijos ir sorbcijos koeficientai – pastovūs;
- geologinės ir hidrogeologinės sąlygos yra stabilios per visą analizuojamą laikotarpį;
- gręžinys, kurio vandenį kritinė gyventojų grupė vartoja buityje, įrengtas 100 m atstumu nuo kapinyno krašto (priimama, kad tai bus Landfill kapinyno sanitarinės apsaugos zonos riba);
- vandeningo horizonto vandens iškrovos į Drūkšių ežerą vieta yra nutolusi 950 m atstumu nuo Šiaurinės aikštelės ir 2000 m atstumu nuo Pietinės aikštelės.

Ežero ar gręžinio vanduo gali būti naudojamas vietos gyventojų (kritinės grupės narių) ūkio ir buitės reikmėms: daržovių laistymui, galvijų girdymui, gėrimui. Įvertinta suminė gyventojų gaunama metinė efektinė dozė dėl išorinės apšvitos, kurią sąlygotų užterštas žemės sklypas, ir vidinės apšvitos, kurią sąlygotų įkvėptas užteršto dirvožemio dulksės (dirbant darže), geriamas

vanduo, užterštu vandeniu girdomų galvijų mėšos ir pieno vartojimas, taip pat užterštu vandeniu laistomų daržovių vartojimas. Drūkšnių ežero atveju papildomai vertinta ežere pagauta ir maistui suvartota žuvis.

7. MATEMATINIS MODELIS IR SKAIČIAVIMAI

Radionuklidų sklaida kapinyne, aeracijos zonoje ir pernaša gruntiniu vandeniu buvo vertinami sprendžiant vienmatę advekinės difuzinės-dispersinės pernašos lygtį:

$$\frac{\partial}{\partial t} (R\theta C) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\theta D \frac{\partial C}{\partial x} \right) -$$

$$- \frac{\partial}{\partial x} (UC) - \lambda_d \theta RC,$$

$$D = D_{ef} + \frac{\alpha_t |U|}{\theta},$$

$$R = 1 + \frac{\rho k_d}{\theta};$$

čia C – radionuklido savitasis aktyvumas vandenyje (Bq/m^3), θ – drėgmė (-), D – difuzijos-dispersijos koeficientas (m^2/s), D_{ef} – efektyvus difuzijos koeficientas (m^2/s), α_t – dispersiškumo koeficientas (m), U – vandens srauto Darsi greitis (m/s), λ_d – radioaktyviojo skilimo konstanta (s^{-1}), ρ – tankis (kg/m^3), R – vėlinimo (užlaikymo) koeficientas (-), k_d – pasiskirstymo

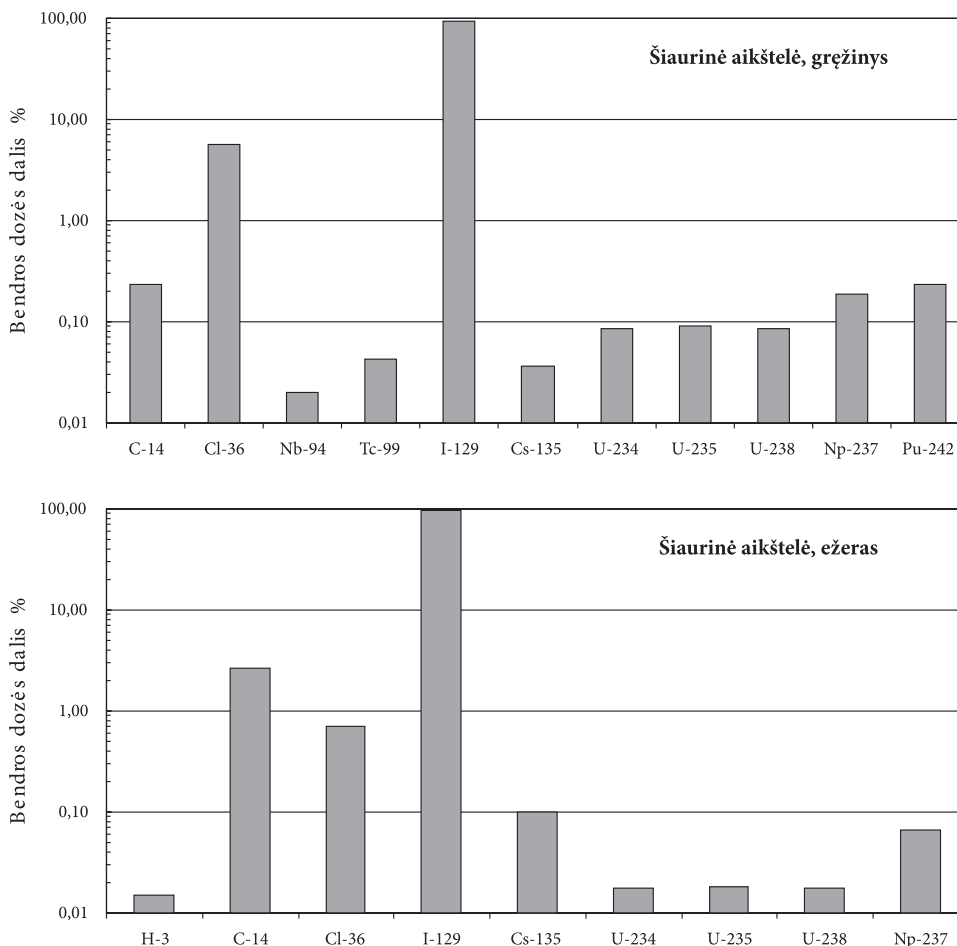
(sorbcijos) koeficientas (m^3/kg), t – laikas (s), x – atstumas vandens tekėjimo kryptimi (m).

Lygtis sprendžiama baigtinių skirtumų metodu, pasinaudojant kompiuterine programa DUST [7].

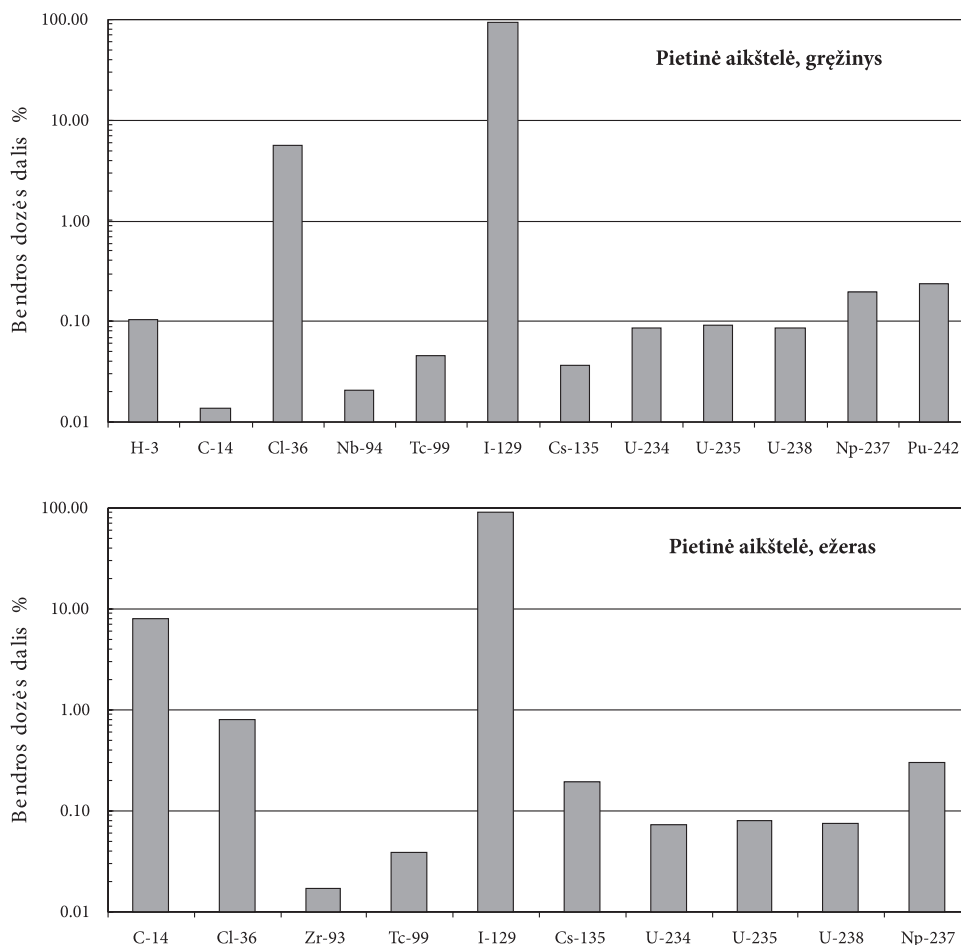
Radionuklidų pernašai biosferoje pritaikytas „dėžučių“ (angl. compartment) modelis. Radionuklidų mainai tarp „dėžučių“ (biosferos komponentų) aprašomi tiesinėmis diferencialinėmis lygtimis. Radionuklidų pernašos biosferoje modeliavimui ir apšvitos dozių įvertinimui panaudota kompiuterinė programa AMBER [8].

8. RADIONUKLIDŲ SKLAIDOS VERTINIMO REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ

Atlikus analizuojamų radionuklidų sklaidos kapinyne zonoje bei jo aplinkoje preliminarų įvertinimą nustatyta, kad radionuklidai ^{54}Mn , ^{55}Fe , ^{58}Co , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{93m}Nb , ^{110m}Ag , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{238}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am ir ^{244}Cm gruntinio vandens zonos nepasiekia, todėl toliau šių radionuklidų įtaka nevertinta. Likusiems radionuklidams įvertinta jų pernaša aeracijos zonoje, vandeningame horizonte bei biosferoje ir apskaičiuotos kiekvieno radionuklido sąlygojamos metinės efektinės dozės, kai gyventojai vartoja radionuklidais užterštą vandenį iš gręžinio, esančio 100 m atstumu nuo kapinyne, arba kai ūkyje vartojamas ežero vanduo, priiman, kad kapinyne įrengtas Šiaurinėje arba Pietinėje aikštelėje. Kiekvienam atvejui visų radionuklidų didžiausios dozės reikšmės sudėtos, neatsižvelgiant į jų pasirodymo laiką. Kad būtų įvertintas radionuklidų indėlis į bendrą (suminę) dozę, ap-



4 pav. Radionuklidų indėlis į bendrą efektinę dozę, kai vartojamas vanduo iš gręžinio (viršuje) arba iš ežero (apačioje). Landfill tipo kapinyne įrengtas Šiaurinėje aikštelėje



5 pav. Radionuklidų indėlis į bendrą efektingą dozę, kai vartojamas vanduo iš gręžinio (viršuje) arba iš ežero (apačioje). Landfill tipo kapinynas įrengtas Pietinėje aikštelėje

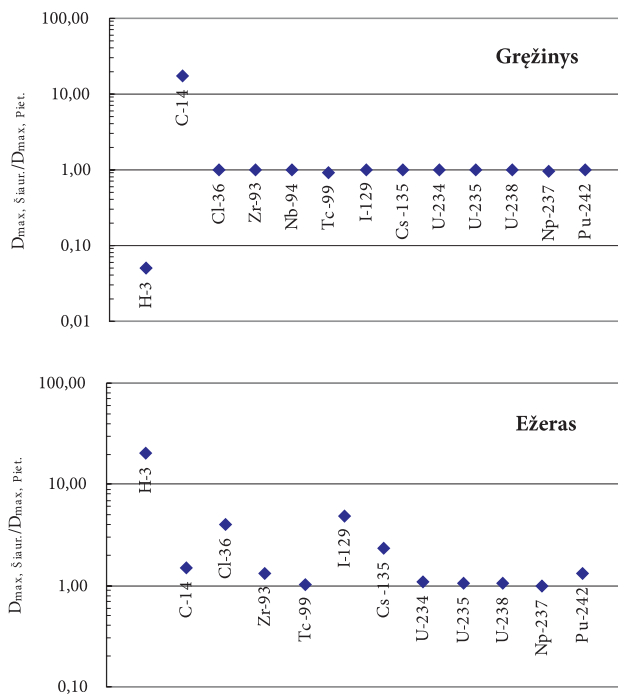
skaičiuotas kiekvieno radionuklido sąlygojamos dozės ir suminės dozės santykis, kuris išreikštas procentais. Gauti rezultatai parodyti 4 ir 5 paveiksluose. Kaip matyti šiuose paveiksluose, didžiausias įnašas į bendrą dozę (>90%) visais atvejais yra ^{129}I radionuklido. Kadangi ^{129}I yra mažai sorbuojamas ir ilgaamžis radionuklidas, jo visas aktyvumas pasiekia stebimą vandeningo horizonto vandens iškrovos vietą (gręžinį ar ežerą) ir sąlygoja didžiausią dozę. Pastebima ir kitų mažai sorbuojamų, ilgaamžių radionuklidų – ^{14}C , ^{36}Cl – įtaka. Likusių radionuklidų indėlis į bendrą dozę sudaro procento dalis ir yra mažiau reikšmingas. Radionuklidų ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{239}Pu ir ^{240}Pu dalis į bendrą dozę yra mažesnė nei 0,01% (jie 4 ir 5 pav. neparodyti).

Šiaurinės ir Pietinės aikštelių hidrogeologinių charakteristikų įtaka radionuklidų sklaidai įvertinta palyginant radionuklidų sąlygotas didžiausias dozės reikšmes. 6 pav. parodyti analizuojamų radionuklidų sklaidos sąlygotų didžiausių dozės reikšmių santykiai tais atvejais, kai Landfill kapinynas įrengtas Šiaurinėje arba Pietinėje aikštelėje ($D_{\text{max, Šiaur}} / D_{\text{max, Piet}}$). Santykių reikšmės parodytos stebimoms vandeningo horizonto vandens iškrovos vietoms – gręžiniui ir ežerui. Tuo atveju, kai vartojamas gręžinio vanduo ir atstumas nuo kapinyno iki iškrovos taško yra nedidelis, beveik visų radionuklidų sąlygotų didžiausių dozės reikšmių santykis labai artimas vienetui, o tai rodo, kad dozių reikšmės yra maždaug vienodos. Tik ^3H ir ^{14}C radionuklidai sudaro išimtį, kurią sąlygoja Šiaurinės ir Pietinės aikštelių aeracijos zonų charakteristikų skirtumai. ^3H yra nesorbuojamas radionuklidas ir jo pernašai didžiausią įtaką turi vandens tekėjimo greitis. Kaip matyti lentelėje, Pietinės aikštelės aeracijos zonos hidraulinis laidu-

mas yra didesnis, todėl ^3H gręžinį pasiekia greičiau ir jo mažiau spėja suskilti. 6 pav. matyti, kad ^3H dozių santykis yra <0,1, o tai reiškia, kad šio radionuklido sąlygota didžiausia dozės reikšmė Pietinėje aikštelėje yra daugiau nei dešimt kartų didesnė negu Šiaurinėje. ^{14}C radionuklido sklaidai didesnės įtakos turi sorbcijos procesas. ^{14}C smėlyje sorbuojama labiau, negu molingoje terpėje, o kadangi Šiaurinėje aikštelėje vyrauja molis, todėl iš šios aikštelės ^{14}C beveik be užlaikymo pasiekia gręžinį ir sąlygoja apie 20 kartų didesnę dozę nei Pietinės aikštelės atveju.

Aikštelių hidrogeologinių sąlygų ir padėties įtaka ypač išryškėja lyginant didžiausias dozės reikšmes, kai vertinama ežerą pasiekusių radionuklidų sąlygota apšvita (6 pav.). Pastebima, kad tuo atveju, jei Landfill kapinynas būtų įrengtas Šiaurinėje aikštelėje, visų reikšmingų radionuklidų sąlygotos didžiausios dozės reikšmės viršija didžiausias dozės reikšmes, jei Landfill kapinynas būtų įrengtas Pietinėje aikštelėje. Didžiausias skirtumas (apie 20 kartų) matyti trumpaamžiui ^3H radionuklidui. Dėl greito radioaktyvaus skilimo ir ilgesnio laiko, per kurį ^3H iš Pietinės aikštelės pasiekia ežerą, jo aktyvumas labai sumažėja.

Apibendrinant radionuklidų sklaidos iš Landfill tipo kapinyno, jei jis būtų įrengtas analizuojamose aikštelėse, įvertinimą ir jų sąlygojamų didžiausios dozės reikšmių palyginimo rezultatus galima teigti, kad Pietinė aikštelė būtų tinkamesnė labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų kapinynui įrengti. Tik ^3H radionuklidas sąlygotų daugiau nei 10 kartų didesnę dozės reikšmę kapinyną įrengus Pietinėje aikštelėje, jei būtų vartojamas radionuklidais užterštas gręžinio vanduo. Tačiau ^3H indėlis į bendrą dozę šiuo atveju sudaro procento dalis ir nėra reikš-



6 pav. Radionuklidų sąlygotų didžiausių dozės reikšmių palyginimas, kai Landfill kapinynas įrengtas Šiaurinėje arba Pietinėje aikštelėje ir vandeningo horizonto vandens iškrovos vieta – grežinys (viršuje) arba ežeras (apačioje)

mingas. Kitų radionuklidų sąlygotos didžiausios dozės reikšmės visais atvejais yra panašios arba didesnės kapinyną įrengus Šiaurinėje aikštelėje.

10. IŠVADOS

Atlikus potencialios radionuklidų sklaidos vandens keliu iš labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų Landfill tipo kapinyno, įrengto Šiaurinėje arba Pietinėje aikštelėje, analizę, galima padaryti šias išvadas:

1. Didžiausias indėlis (>90%) į bendrą (suminę) dozę yra ^{129}I radionuklido ir Šiaurinės, ir Pietinės aikštelės atveju. Pastebima ir kitų mažai sorbuojamų, ilgaaamžių radionuklidų – ^{14}C , ^{36}Cl – įtaka. Kitų radionuklidų indėlis į bendrą dozę yra mažiau reikšmingas.

2. Lyginant Šiaurinę ir Pietinę aikšteles, kai vertinama dozė, sąlygojama radionuklidais užteršto grežinio vandens vartojimo, nustatyta, kad beveik visų radionuklidų sąlygotos didžiausios dozės reikšmės būtų maždaug vienodos. Išimtį sudaro tik ^3H ir ^{14}C radionuklidai.

3. Lyginant Šiaurinę ir Pietinę aikšteles, kai vertinama dozė dėl į ežerą patekusių radionuklidų, pastebima, kad įrengus Landfill kapinyną Šiaurinėje aikštelėje visiems radionuklidams didžiausios dozės reikšmės viršytų didžiausias dozės reikšmes tuo atveju, jei Landfill kapinynas būtų įrengtas Pietinėje aikštelėje. Didžiausias dozės reikšmių skirtumas būtų ^3H radionuklidui ir sudarytų apie 20 kartų.

Gauta 2007 05 15
Priimta 2007 09 10

Literatūra

1. Poskas P., Zujus R., Kolesnikovas J. Principles for estimating the radioactive waste from decommissioning at the Ignalina nuclear power plant // Int. Symposium “Disposal of Low Activity Radioactive waste”. Corboda, Spain, December 13–17, 2004. P. 269–280.
2. Labai mažo aktyvumo radioaktyviųjų atliekų laidojimo reikalavimai. VATESI P-2003-1 // Valstybės žinios. 2003. Nr. 84-3864.
3. IAEA. Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities. Results of a Co-ordinated Research project. Vienna, 2004. Vol. 1, 2.
4. Paviršinio radioaktyviųjų atliekų kapinyno įrengimo poveikio aplinkai vertinimo ataskaita. LEI, GGI, 2004.
5. IAE 1 bloko eksploatavimo nutraukimo projektas kuro iškrovimo fazei. Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita (U1DP0 PAVA). A1.4/ED/B4/0006 (1 leidimas).
6. IAEA-TECDOC-1380 Derivation of Activity Limits for the Disposal of Radioactive Waste in Near Surface Disposal Facilities. 2003.
7. Sullivan T. M. Disposal Unit Source Term (DUST). Data Input Guide. US Nuclear Regulatory Commission Report NUREG/CR-6041, Brookhaven National Laboratory Report BNL-NUREG-52375. Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, 1993.
8. QANTISCI AMBER 4.4 Reference Guide, Scientific Software & Modelling Solutions. Version 1. Enviro Software Solutions, 2002.

Raimondas Kilda, Povilas Poškas, Dalia Grigaliūnienė

EVALUATION OF POTENTIAL SITES FOR LANDFILL-TYPE RADIOACTIVE WASTE REPOSITORIES 1. ANALYSIS OF THE RADIONUCLIDE MIGRATION BY WATER PATHWAY

Summary

Construction of a landfill-type repository is planned at the Ignalina NPP site for disposal of very low-level radioactive waste generated during the operation and decommissioning of the Ignalina NPP. Two alternative sites, relatively named Šiaurinė and Pietinė, are analysed for the repository. The first paper of the series presents analysis of the radionuclide migration by the water pathway. Based on the results of the analysis, radiological impact on humans for both cases of alternative sites is compared. Two exposure pathways are taken into consideration: consumption of contaminated well water and consumption of contaminated water from the lake.

It has been demonstrated that in both cases ^{129}I makes the highest contribution (>90%) to the total dose. Comparison of the Šiaurinė and Pietinė sites in case of the consumption of the well water shows that for both sites the maximum dose values for most radionuclides are almost the same. An exception is only radionuclides ^3H and ^{14}C . In case of the consumption of water from the lake, the landfill repository in the Šiaurinė site for each radionuclide causes a higher maximum dose value than in case of the repository constructed in the Pietinė site.

Key words: landfill repository, very low-level radioactive waste, radionuclide migration by water pathway, human exposure

Раймондас Килда, Повилас Пошкас, Даля Григалюнене

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ МОГИЛЬНИКА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ТИПА LANDFILL

1. АНАЛИЗ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ ВОДНЫМ ПУТЁМ

Резюме

На территории Игналинской АЭС (ИАЭС) намечается построить мусоросжигательный завод типа Landfill, предназначенный для захоронения радиоактивных отходов очень низкой активности, которые производятся во время эксплуатации ИАЭС и которые будут образованы в процессе снятия ИАЭС с эксплуатации. Для установления мусоросжигательного завода анализируются две площадки, названные Северной и Южной. В первой статье настоящей серии представлен анализ миграции радионуклидов из мусоросжигательного завода Landfill водным путём. На основе результатов анализа сделана сравнительная оценка радиологического воздействия мусоросжигательного завода на население. Две трассы

возможного облучения приняты во внимание: одна – при использовании загрязнённой воды со скважины, другая – при использовании загрязнённой воды из озера.

Результаты оценки потенциального переноса радионуклидов из мусоросжигательного завода водным путём и последующего облучения жителей показали, что во всех случаях наибольший вклад (>90%) в общую дозу внес бы радионуклид ^{129}I . При сравнении Северной и Южной площадок, когда используется вода из скважины, установлено, что максимальные величины доз для множества радионуклидов почти одинаковы. Исключением являются только радионуклиды ^3H и ^{14}C . В случае, когда используется вода озера, мусоросжигательный завод на Северной площадке для всех радионуклидов дал бы более высокие значения максимальной дозы, чем в случае его устройства на Южной площадке.

Ключевые слова: мусоросжигательный завод типа Landfill, радиоактивные отходы очень низкой активности, миграция радионуклидов водным путём, облучение жителей