

Jonizuojančiosios spinduliuotės laukų ir apšvitos dozių darbuotojams modeliavimas išmontuojant RBMK-1500 reaktoriaus avarinio aušinimo sistemą

2. Hidroakumuliacinių balionų išmontavimas

Audrius Šimonis,

Rimantas Zujus,

Povilas Poškas

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

Išmontuojant branduolinės energetikos objektus, daug dėmesio turi būti skiriama radiacinei saugai užtikrinti. Vienas radiacinės saugos tikslų yra apsaugoti darbuotoją nuo žalingo sveikatai jonizuojančiosios spinduliuotės poveikio. Siekiant įvertinti darbuotojų apšvitą, reikia sumodeliuoti užterštos įrangos išmontavimą ir jonizuojančiosios spinduliuotės laukus, pasitelkus šiuolaikines kompiuterines programas, pvz., „VISIPLAN 3D ALARA Planning Tool“.

Darbuotojų apšvitos dozių ir spinduliuotės laukų, išmontuojant RBMK reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos didelio skersmens vamzdžius, vertinimai pateikti pirmajame šios serijos straipsnyje [1].

Šiame darbe pateikti darbuotojų apšvitos, gautos išmontuojant RBMK reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos hidroakumuliacinius balionus, dozių vertinimai. Taip pat buvo atliktas darbuotojų, vykdančių išmontavimo darbus, kolektyvinės efektinės dozės optimizavimas (ALARA principo taikymas). Remiantis gautais rezultatais galima teigti, kad vietoj rankinės dujinės įrangos naudojant automatinę su nuotoliniu būdu valdomu pjo- vikliu, darbuotojų kolektyvinę dozę galima sumažinti iki 1,4 žm. -mSv, t. y. apie 47 %.

Raktažodžiai: RBMK-1500 reaktoriaus sistemų išmontavimas, reaktoriaus avarinė aušini- mo sistema, hidroakumuliacinių balionų išmontavimas, dozių darbuotojams modelia- vimas ir optimizavimas

ĮVADAS

Pirmajame šios serijos straipsnyje [1] buvo nagrinėjamos darbuotojų gaunamos apšvitos dozės išmontuojant RBMK reaktoriaus avarinio aušinimo sistemos (toliau – RAAS) didelio skersmens vamzdžius. Vadovaujantis radiologiniais matavimais, vamzdžių užterštumas yra skirtingas, todėl dozės galios laukas koridoriuje yra nesimetrinis. Atsižvelgiant į tai, buvo pasirinktos dvi vamzdžių išmontavimo strategijos: kai pirmiausia išmontuojamas labiau užterštas vamzdis ir kai išmontuojamas mažiau užterštas vamzdis.

Palyginant išmontavimo strategijas buvo sukurti penki vamzdžių išmontavimo modeliai. Buvo priimta, kad vamz- džius išmontuoja trys darbuotojai: pjovėjas, pjovėjo padėje- jas ir vežėjas. Kompiuterine programa „VISIPLAN 3D ALA-

RA Planning Tool“ [5] kiekvienam modeliui buvo sudaryti dozės galios laukai ir darbuotojų pozicijose nustatytos dozės galios reikšmės. Įvertinus darbo trukmes, buvo nustaty- tos individualios darbuotojų efektinės dozės bei kiekvienos vamzdžių išmontavimo strategijos kolektyvinės efektinės dozės. Analizė parodė, kad pirmiausia išmontuojant labiau užterštą vamzdį kolektyvinė efektinė dozė yra apie 10 % (0,016 žm. -mSv) mažesnė nei išmontuojant mažiau užterš- tą vamzdį. Šiuo atveju kolektyvinės efektinės dozės skirtu- mas tarp vamzdžių išmontavimo strategijų nėra ženklus, tačiau radiacinės saugos optimizavimas apima apšvitos ma- žinimą tiek, kiek tai įmanoma, atsižvelgiant į ekonominius ir socialinius veiksnius, norint pasiekti toleruotiną rizikos laipsnį [2]. Lietuvos Respublikos teisės akte HN 87: 2002 [4] reikalaujama vykdyti branduolinės energetikos objektuose

darbuotojų saugą taip, kad individualiosios dozės, apšvitintų žmonių skaičius ir nepagrįstos apšvitos tikimybė būtų kuo mažesnė.

Šiame darbe pateikti darbuotojų apšvitos išmontuojant RBMK reaktoriaus RAAS hidroakumuliacinius balionus (toliau – balionai) dozių vertinimai. Atliktas darbuotojų, vykdančių išmontavimo darbus, kolektyvinės efektinės dozės optimizavimas naudojant skirtingą išmontavimo įrangą.

Straipsnyje pateikta apšvitos dozių darbuotojams modeliavimo metodika ir rezultatai yra svarbūs planuojant įrangos, esančios kituose Ignalinos AE pastatuose, išmontavimo radiologinį poveikį bei pritaikant užterštos įrangos išmontavimo metodus.

REAKTORIAUS AVARINIO AUŠINIMO SISTEMA

RAAS užtikrina aktyviosios reaktoriaus zonos aušinimą, kai įvyksta avarija priverstinės cirkuliacijos kontūro (toliau – PCK) vamzdynuose arba sugenda reguliavimo bei valdymo įrenginiai. Ignalinos AE 117/1 pastato 101–401 patalpose viena RAAS komponentų yra 16 balionų (1 pav.). Jie pagaminti iš anglinio plieno, tad vieno baliono masė yra maždaug 47 tonos. Informacija apie kitus RAAS komponentus yra pateikta pirmajame šios serijos straipsnyje [1].

RADIOLOGINĖ SITUACIJA

2006 m. atlikus 117/1 pastato radiologinio vertinimo tyrimus buvo nustatyta, kad RAAS komponentų vidiniai paviršiai yra užteršti dėl sąlyčio su radioaktyviu vandeniu.



1 pav. RAAS balionai 117/1 pastate

Manoma, kad sistema užsiteršė radioaktyviu vandeniu patekus iš PCK per remonto aušinimo talpas. Atliekant tyrimus iš RAAS buvo išleistas vanduo ir išmatuotas įrangos paviršiaus užterštumas. Buvo nustatyta, kad balionų vidinis paviršius užterštas radioaktyviaisiais korozijos produktais, o dėl radionuklidų ir jų junginių nusėdimo į dugną balionų vidinio paviršiaus apatinė dalis yra labiau užteršta nei viršutinė.

Kaip pateikta poveikio aplinkai ataskaitoje [3], RAAS balionų masė yra apie 763 t, t. y. apie 80 % masės nuo visos išmontuojamos įrangos 117/1 pastate. Siekiant sumažinti laidojamų radioaktyviųjų atliekų kiekį, šiuos balionus būtina deaktyvuoti iki nebecontroliuojamo atliekų užterštumo lygio [6]. 2006–2007 m. atlikti bandymai nustatyti efektyviausią deaktyvavimo būdą. Bandyta deaktyvuoti užterštą vidinį baliono paviršių naudojant didelio slėgio vandens srovę, chemines priemones (RADEZ tipo putas) bei mechaninę deaktyvaciją (su vieliniu šlifavimo disku). Atlikus bandymus buvo nustatyta, kad efektyviausias yra mechaninis deaktyvavimo būdas. Smulkiau apie deaktyvavimo rezultatus yra pateikta pirmajame šios serijos straipsnyje [1].

Atliekant radiologinius matavimus buvo nustatyta, kad RAAS balionų vidinis paviršius užterštas gama radionuklidais Co-60 ir Cs-137. Kitų gama radionuklidų spektrometriniais matavimais nebuvo aptikta. Deaktyvuoto ir nedeaktyvuoto balionų vidinių paviršių aktyvumų, kurie buvo pateikti poveikio aplinkai ataskaitoje [3], palyginimas pateiktas 1 lent.

1 lent. matyti, kad bendras vidinis paviršiaus aktyvumas deaktyvuotam balionui, dėl vykdytos vandenių deaktyvacijos bandymų, vidurinėje baliono srityje Cs-137 radionuklido kiekis sumažėjo daugiau nei 2 kartus. Šis išplautas radionuklidas papildomai užteršė baliono dugną. Tačiau, deaktyvuojant vidurinę baliono sritį, vanduo išplovė Co-60 radionuklidą iš baliono dugno (paviršiaus aktyvumas sumažėjo apie 2 kartus). Tai rodo, kad netirpus vandenyje Co-60 radionuklidas yra silpniau sukibęs su baliono paviršiaus korozijos produktais, nei tirpus vandenyje Cs-137 radionuklidas.

Daugiau informacijos apie RAAS sistemos kitų įrenginių užterštumą yra pateikta pirmajame šios serijos straipsnyje [1].

MODELIAVIMO METODIKA

Neišmontavus RAAS balionų, esančių 117/1 pastato 101–401 patalpose, būtų sunku juos mechaniškai deaktyvuoti, todėl buvo nuspręsta juos pirmiausia išmontuoti supjaustant į seg-

1 lentelė. Nedeaktyvuoto ir deaktyvuoto RAAS balionų vidinių paviršių aktyvumai

Radionuklidas	Vidinio paviršiaus aktyvumas Bq/cm ²			
	nedeaktyvuotas RAAS balionas		deaktyvuotas RAAS balionas	
	baliono vidurys	baliono dugnas	baliono vidurys	baliono dugnas
Co-60	0	37,52	0	16,63
Cs-137	25,58	42,91	10,94	52,29
Bendras aktyvumas	25,58	80,43	10,94	68,92

mentus, kuriuos būtų patogu transportuoti ir deaktyvuoti iki nebecontroliuojamo atliekų užterštumo lygio. Išmontavimo analizės tikslas – parinkti optimalią pjovimo technologiją, kad darbuotojai gautų kuo mažesnę apšvitą.

Visi RAAS balionai yra identiški, todėl šiame straipsnyje nagrinėjamas tik vieno baliono išmontavimas.

RAAS balionas sudarytas iš suvirinto vertikalaus cilindro su dviem elipsoidiniais galais, stovo konstrukcijos, antgalių ir angos.

Dėl storos sienelės visi balionai bus supjaustyti naudojant dujinę pjovimo įrangą. RAAS balionų išmontavimo strategija parodyta 2 pav. Šiame paveiksle brūkšnine linija pažymėtos pjovimo siūlės. Baliono išmontavimo procesas bus šitoks:

1. Baliono elipsoidinis viršus bus perpjautas į dvi dalis. Dėl išgaubto paviršiaus bus pjaunama rankine dujine pjovimo įranga.

2. Cilindrinis baliono korpusas, panaudojus dujinę pjovimo įrangą, bus supjaustytas į 20 žiedų:

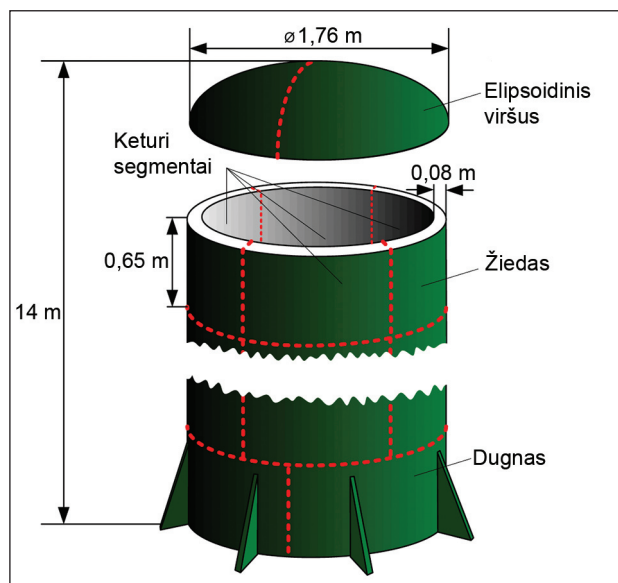
2.1. Pirmiausia – keturios vertikalios apie 0,65 m ilgio įpjovos;

2.2. Horizontalus pjūvis, kurio metu nupjaunamas žiedas (keturi segmentai).

3. Baliono elipsoidinis dugnas su stovu bus supjaustytas į dvi dalis. Dėl sudėtingos paviršiaus formos, kaip ir baliono viršaus, bus pjaunama rankine dujine pjovimo įranga.

Išmontuojant RAAS baliono cilindrinį korpusą, parenkama įrangos pjovimo technologija. Priimta, kad gali būti naudojama rankinė dujinė pjovimo įranga arba automatinė dujinė pjovimo įranga su nuotoliniu būdu valdomu pjovikliu. Viena ALARA principo įgyvendinimo fazė yra apšvitos dozių planavimas ir numatymas. Tinkamai parinkus išmontavimo įrangą galima sumažinti personalo apšvitos dozes.

Numatoma, kad visus baliono pjovimo darbus atliks du darbininkai. Naudodami rankinę dujinę pjovimo įrangą jie bus nutolę 0,3 m atstumu nuo cilindrinio baliono korpuso paviršiaus. Naudodami automatinę pjovimo įrangą darbininkai atliks paruošiamuosius darbus (perkels pjovimo įrangą bei ją pritvirtins) 0,3 m atstumu nuo baliono cilindrinio korpuso paviršiaus, o pjaustant balioną, darbininkai paliks darbo zoną, nes bus pjaustoma įranga, leidžiančia stebėti ir valdyti pjovimo procesą nuotoliniu būdu.



2 pav. RAAS baliono išmontavimo schema

Baliono elipsoidinis viršus ir dugnas bus pjaustomi rankine dujine pjovimo įranga, todėl priimama, kad darbuotojas bus nutolęs apie 0,4 m nuo pjaustomo paviršiaus.

Priimama, kad vienam pjūviui pasiruošti prireiks apie 5 min. Pjovimo greitis pjaunant dujine įranga 0,08 m storio plieną yra 0,20–0,25 m/min [7]. Skaičiavimuose konservatyviai priimama, kad bus pjaunama lėčiau, t. y. 0,20 m/min. Taip pat priimama, kad susidariusių drožlių išsiurbimas iš RAAS baliono dugno truks apie 20 min. Įvertinus baliono pjovimo siūlių ilgius buvo gautos RAAS baliono išmontavimo operacijų trukmės, kurios pateiktos 2 lent.

Modelyje priimama, kad RAAS baliono korpusas yra cilindras, kurio ilgis (aukštis) – 14 m, išorinis skersmuo – 1,76 m, sienų storis – 0,08 m. Anglinio plieno, iš kurio yra pagamintas balionas, tankis – $7,9 \text{ t/m}^3$.

Vykdam radiologinius matavimus nedeaktyvuoto RAAS baliono vidinis paviršinis aktyvumas buvo išmatuotas tik dviejose vietose (taškuose). Kadangi deaktyvuotas buvo tik vienas balionas, o nedeaktyvuotų – 15, tai modeliuojant radioaktyvų šaltinį buvo panaudotos nedeaktyvuoto baliono užterštumo vertės (1 lent.). Dėl matavimų trūkumo konservatyviai

2 lentelė. Darbuotojų atliekamos operacijos ir atitinkama trukmė dozei apskaičiuoti

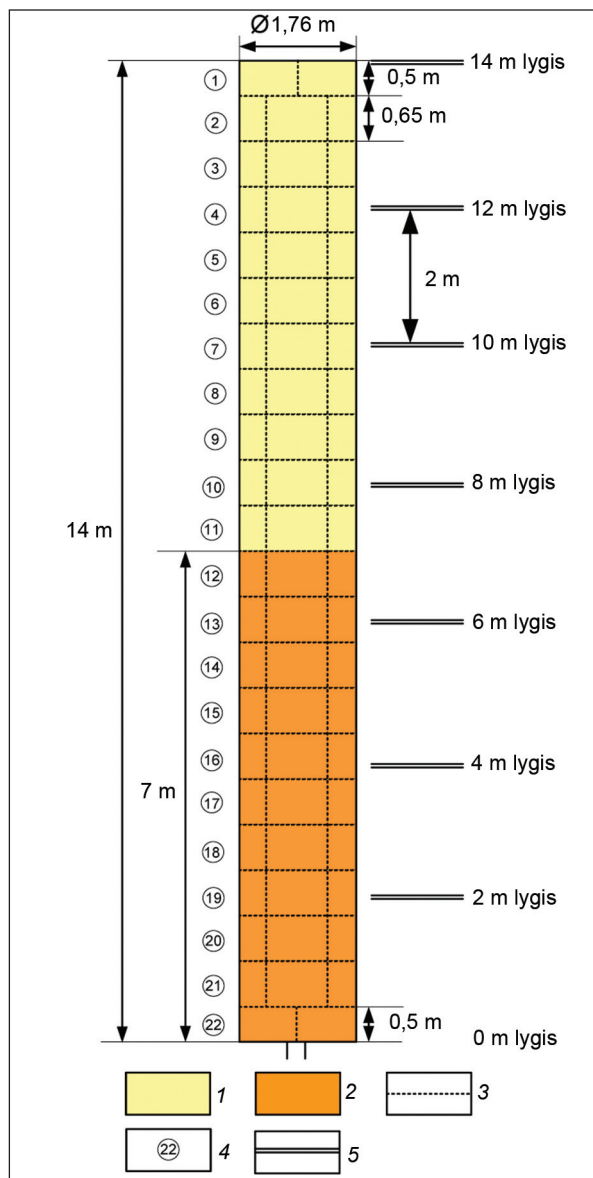
Nr.	Operacija	Trukmė, kai darbuotoją veikia jonizuojančioji spinduliuotė, min	
		naudojant rankinę pjovimo įrangą	naudojant automatinę pjovimo įrangą su nuotoliniu būdu valdomu pjovikliu
1.	RAAS baliono elipsoidinio viršaus supjaustymas rankine dujine pjovimo įranga	48	
3.	RAAS baliono segmento nupjovimas	43	5
4.	RAAS baliono segmento nupjovimas, kai pastoliai dalija vertikalią siūlę pusiau, t. y. segmentams Nr. 4, Nr. 7, Nr. 10, Nr. 13, Nr. 16 ir Nr. 19	49	10
5.	Pjovimo nuokritų pašalinimas iš dugno	20	
6.	RAAS baliono elipsoidinio dugno supjaustymas rankine dujine pjovimo įranga	18	

priimama, kad baliono apatinės dalies užterštumas yra kaip išmatuotasis baliono dugne, o baliono viršutinės dalies užterštumas – kaip išmatuotasis baliono viduryje.

Modelyje priimama, kad radioaktyviojo šaltinio geometrija sutampa su vidinio baliono paviršiaus geometrija. Radioaktyvusis šaltinis – tai ant baliono vidinio paviršiaus susidariusi metalo oksidų plėvelė.

Kad kiekviename baliono aukštyje pjovimo įranga būtų galima patogiai dirbti, 14 m aukščio balionui reikia pastolių. Pastoliai pastatomi prieš išmontuojant balioną kas 2 m septyniuose lygiuose.

RAAS baliono išmontavimo modelis parodytas 3 pav. Šiame paveiksle matyti, kad balionas bus supjaustytas į 22 dalis (20 žiedų ir 2 galus).



3 pav. RAAS baliono išmontavimo modelis. 1 – viršutinės RAAS dalies paviršiaus aktyvumas pagal baliono vidurio matavimo tašką (žr. 1 lent.); 2 – apatinės RAAS dalies paviršiaus aktyvumas pagal baliono dugno matavimo tašką (žr. 1 lent.); 3 – pjovimo siūlė; 4 – baliono dalies numeris; 5 – pastolių lygis

Taip pat modelyje priimama, kad visos susidariusios pjovimo atliekos nukrenta ant baliono dugno. Šios nuokritos – tai taip pat radioaktyvusis šaltinis. Pjaustant balioną, ant dugno susidariusių (nukritusių) atliekų daugėja, o atstumas tarp darbuotojo ir šaltinio mažėja. Atliekų kiekis apskaičiuojamas naudojant prielaidą, kad pjovimo siūlės plotis pjaunant 0,08 m storio plieną dujiniu pjovikliu yra 0,003 m [7]. Taigi didžiausias nukritusių pjovimo atliekų sluoksnio aukštis, kai balionas išmontuotas ir lieka tik apatinė dalis Nr. 22 (3 pav.), yra apie 0,042 m, o šio šaltinio aktyvumas – apie 0,9 MBq (Co-60 – 35 % ir Cs-137 – 65 %). Atliekų aktyvumas apskaičiuotas priimant, kad visas aktyvumas, esantis siūlės plotyje, atsidurs pjovimo atliekose.

Dozės galios modeliavimui buvo panaudota kompiuterinė programa „VISIPLAN 3D ALARA Planning Tool“ [5], kurios galimybių ir panaudojimo būdų platesnis aprašymas yra pateiktas pirmajame šios serijos straipsnyje [1].

MODELIAVIMO REZULTATAI

„VISIPLAN 3D ALARA Planning Tool“ kompiuterine programa gautas dozės galios laukas bei pirmųjų trijų baliono dalių išmontavimo modelių trimačiai vaizdai parodyti 4 pav. Iš dozės galios lauko matyti, kad didžiausia dozės galia yra sutelkta baliono apačioje ir siekia $7,8E-03$ mSv/h.

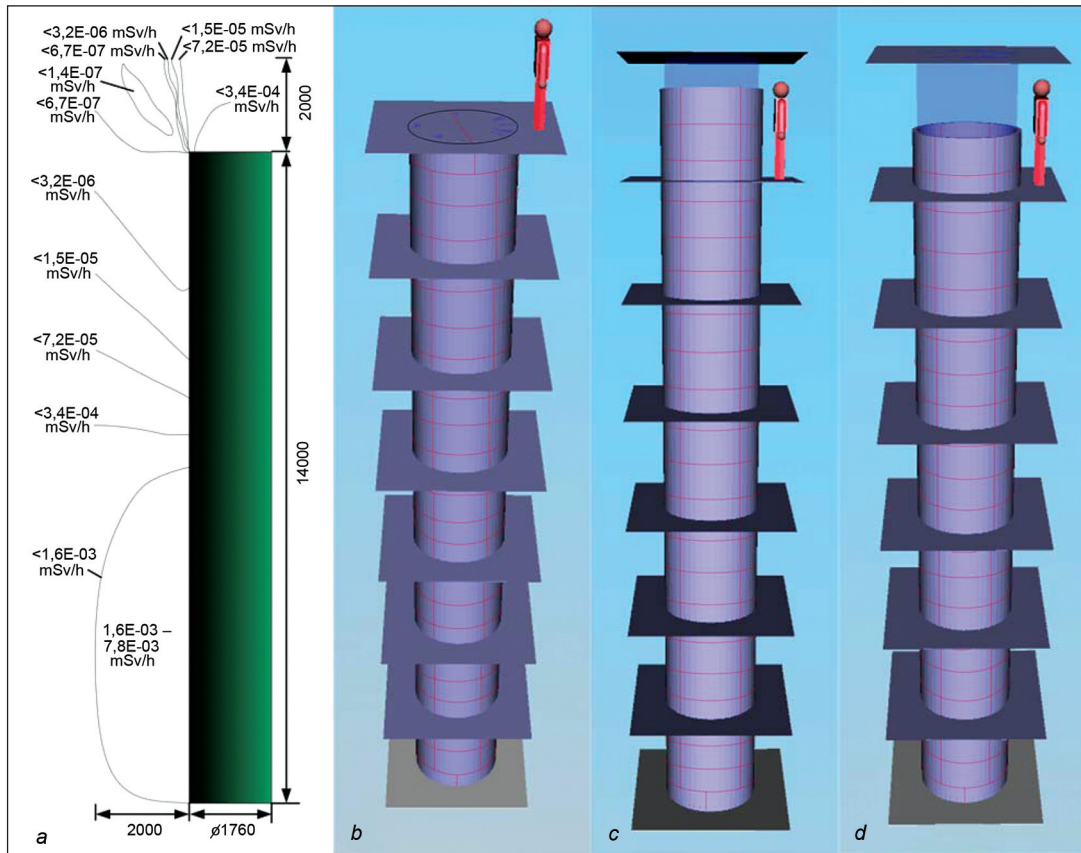
Sukūrus 22 modelius visiems baliono išmontavimo etapams, buvo gautos dozės galios vertės kiekvienai RAAS baliono segmento išmontavimo operacijai. Išmontuojant kai kuriuos baliono segmentus darbuotojai dirba dviejuose pastolių lygiuose, t. y. išmontuojant RAAS segmentus Nr. 1, Nr. 4, Nr. 7, Nr. 10, Nr. 13, Nr. 16 ir Nr. 19. Tokiu būdu buvo gautos 30 dozės galios verčių kiekvienai RAAS baliono išmontavimo operacijai, kurios parodytos 5 pav.

5 pav. matyti, kad didesnės dozės galios vertės yra RAAS baliono žemesniame lygyje, nes didžiausias užterštumas sutelktas būtent baliono apačioje. Taip pat yra dozės galios padidėjimai, kurie rodo, kad RAAS baliono sienelės aukštis išmontuojant keičiasi atitinkamo pastolių lygio atžvilgiu. Taigi dozės galios vertės, išmontuojant RAAS balioną, kinta nuo $1,1E-06$ iki $1,0E-01$ mSv/h.

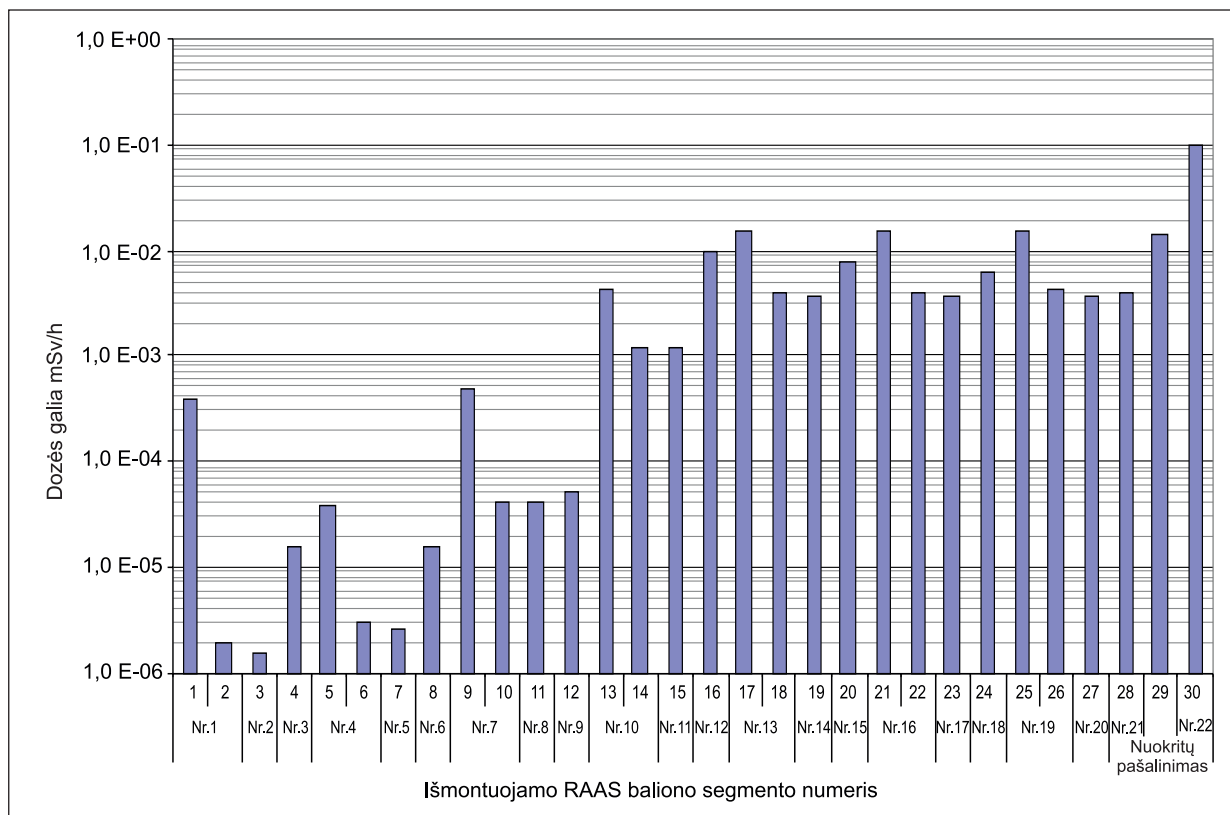
REZULTATŲ ANALIZĖ

Įvertinus kiekvienos RAAS baliono išmontavimo operacijos dozės galių vertes (5 pav.), operacijos trukmes (2 lent.) bei darbuotojų skaičių buvo gautos kolektyvinės efektinės dozės, kai išmontuojant RAAS balioną naudojamos rankinė dujinė pjovimo įranga ir automatinė dujinė pjovimo įranga. Šios kolektyvinės efektinės dozės parodytos 6 pav.

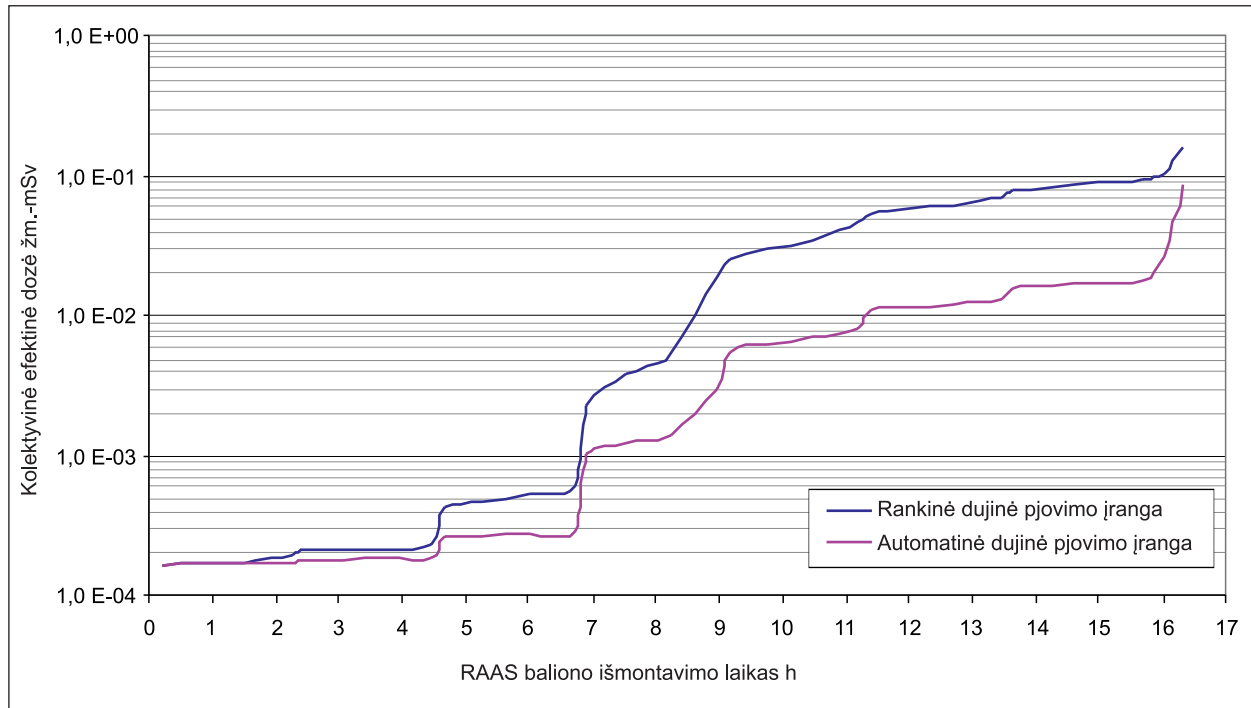
6 pav. matyti, kad po 16,5 baliono išmontavimo valandos, naudojant rankinę dujinę pjovimo įrangą, kolektyvinė efektinė dozė bus $0,163$ žm.-mSv, o naudojant automatinę dujinę pjovimo įrangą – $0,087$ žm.-mSv. Skirtumas tarp kolektyvinių efektyvių dozių išmontuojant vieną RAAS balioną yra $0,076$ žm.-mSv. Įvertinus tai, kad iš viso yra



4 pav. RAAS baliono išmontavimo modelio trimatis vaizdas. *a* – dozės galios laukas; *b* – elipsoidinio paviršiaus pjovimas pusiau; *c* – baliono dalies Nr. 2 pjovimas; *d* – baliono dalies Nr. 3 pjovimas



5 pav. Dozės galios vertės išmontuojant RAAS balioną



6 pav. Kolektyvinės efektyvinės dozės kitimas

16 RAAS balionų, o visų balionų išmontavimo trukmė bus apie 264 darbo val., t. y. apie 44 dienas, naudojant rankinę dujinę pjovimo įrangą kolektyvinė efektyvinė dozė gali siekti apie 2,6 žm.-mSv, o naudojant automatinę dujinę pjovimo įrangą – apie 1,4 žm.-mSv. Tuomet kolektyvinių efektyvių dozių skirtumas sieks iki 1,2 žm.-mSv. Taigi, išmontuojant RAAS balionus pasitelkus automatinę pjovimo įrangą, kolektyvinę efektyvinę dozę galima sumažinti apie 47 % (nuo 2,6 iki 1,4 žm.-mSv).

IŠVADOS

Sumodeliavus RAAS hidroakumuliacinio baliono išmontavimą ir išanalizavus rezultatus, gautos išvados:

1. Išmontuojant RAAS hidroakumuliacinį balioną apšvitės dozės galia kinta nuo $1,1E-06$ iki $1,0E-01$ mSv/h.
2. Išmontuojant vieną RAAS hidroakumuliacinį balioną pasitelkus rankinę dujinę pjovimo įrangą kolektyvinė efektyvinė dozė yra 0,163 žm.-mSv, o naudojant automatinę dujinę pjovimo įrangą – 0,087 žm.-mSv.
3. Įvertinus tai, kad yra 16 RAAS hidroakumuliacinių balionų, o visų balionų išmontavimas tęsis apie 44 dienas, tai pasirinkus automatinę dujinę pjovimo įrangą, kolektyvinę dozę galima sumažinti nuo 2,6 iki 1,4 žm.-mSv, t. y. 47 %.

Gauta 2011 03 10
Priimta 2011 05 29

Literatūra

1. Šimonis A., Zujus R., Poškas P. Jonizuojančiosios spindulių laukų ir apšvitės dozių darbuotojams modeliavimas išmontuojant RBMK-1500 reaktoriaus avarinio aušinimo sistemą. 1. Didelio skersmens vamzdžių išmontavimas. *Energetika*. 2010. T. 56. Nr. 1. P. 25–33.
2. *Radiacinės saugos optimizavimo (ALARA) atominės elektrinės eksploatavimo nutraukimo metu vadovas*. Vilnius: RSC, 2006.
3. Ignalinos AE 117/1 pastato įrangos deaktyvavimas ir išmontavimas. Projekto „IAE 117/1 pastato deaktyvavimas ir išmontavimas“ rengimas. P0019-10016 003. Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita. VT Nuclear Services Ltd., Lietuvos energetikos instituto Branduolinės inžinerijos problemų laboratorija, 2008.
4. Lietuvos higienos norma HN 87: 2002 „Radiacinė sauga branduolinės energetikos objektuose“, patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2002 m. gruodžio 17 d. įsakymu Nr. 643. *Valstybės žinios*. 2003. Nr. 15-624; 2008. Nr. 35-1251.
5. Vermeersch F. VISIPLAN 3D ALARA PLANNING TOOL. Training Guide. Exercises. *Calculation Method & Validation Tests*. SCK CEN, 2005. 64 p.
6. Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos normatyvinis dokumentas LAND 34-2008 „Radionuklidų nebekontroliuojamųjų lygių, medžiagų pakartotinio naudojimo ir atliekų šalinimo sąlygų nustatymo ir taikymo tvarkos aprašas“, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2008 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. D1-687 (įsigaliojo nuo 2009 m. vasario 1 d.). *Valstybės žinios*. 2009. Nr. 1-11.
7. ESAB internetinis puslapis <http://products.esabna.com>

Audrius Šimonis, Rimantas Zujus, Povilas Poškas

MODELLING OF RADIATION FIELDS AND RADIATION DOSES FOR THE PERSONNEL DURING DISMANTLING THE RBMK-1500 REACTOR EMERGENCY CORE COOLING SYSTEM

2. DISMANTLING HYDRO-ACCUMULATIVE TANKS

Summary

When dismantling nuclear power objects, attention should be focused on radiation safety. One of the radiation safety goals is to protect a worker's health from its negative impact. To assess personnel exposure, the modelling of radiation fields is necessary, using up-to-date computer programs, e. g., the VISIPLAN 3D ALARA Planning Tool.

The estimation of radiation fields and doses to the personnel during dismantling part of large-diameter pipelines of the RBMK reactor emergency core cooling system was given in the first paper of the series [1].

The estimation of radiation doses to the personnel during dismantling the hydro-accumulative tanks of the RBMK reactor emergency core cooling system is presented in this paper. Also, the optimisation of accumulated effective doses to workers participating in dismantling works has been performed (implementation of the ALARA principle). The obtained results allow to conclude that the collective dose for the personnel using automatic gas cutting equipment with a distant control nozzle instead of the manual gas cutting equipment could be reduced to 1.4 man-mSv, i. e. by about 47%.

Key words: dismantling of RBMK-1500 reactor systems, reactor emergency core cooling system, dismantling of hydro-accumulative tank, modelling and optimisation of doses to the workers

Аудрюс Шимонис, Римантас Зујус, Повилас Пошкас

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ И ДОЗ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ВО ВРЕМЯ ДЕМОНТАЖА СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ РЕАКТОРА РБМК-1500

2. ДЕМОНТАЖ ГИДРОАККУМУЛЯЦИОННЫХ БАЛЛОНОВ

Резюме

Радиационная безопасность является одним из основных факторов во время демонтажа объектов ядерной энергетики. Одной из целей радиационной безопасности является защита рабочего от вредного воздействия ионизирующего излучения. Чтобы оценить облучение персонала, необходимо выполнить моделирование радиационных полей с использованием современных компьютерных программ, например, «VISIPLAN 3D ALARA Planning Tool».

Радиационные поля и оценка доз облучения персонала во время демонтажа части трубопроводов большого диаметра системы аварийного охлаждения реактора РБМК представлены в первой статье данной серии [1].

В настоящей статье были рассчитаны радиационные дозы облучения персонала во время демонтажа гидроаккумуляционных баллонов системы аварийного охлаждения реактора РБМК. Кроме того, были оптимизированы накопленные эффективные дозы персоналу, выполняющему работы по демонтажу (осуществление принципа ALARA). На основе полученных результатов можно предполагать, что применяя оборудование автоматической газовой резки с дистанционно управляемым резаком по сравнению с оборудованием газовой ручной резки коллективная доза персонала может быть уменьшена до 1,4 чел.-мЗв, т. е. около 47 %.

Ключевые слова: демонтаж систем реактора РБМК-1500, система аварийного охлаждения реактора, демонтаж гидроаккумуляционного баллона, моделирование и оптимизация доз для персонала