

Gaisrø pavojaus Ignalinos AE pirmajame bloke analizė

2. Prieðgaisrinės saugos, ventiliacijos sistemø ir antriniø efektø analizė

**Povilas Poðkas,
Vytautas Ðimonis,
Rimantas Zujus,
Raimundas Kilda,
Jokūbas Kolesnikovas,
Arūnas Sirvydas**

*Lietuvos energetikos institutas,
Branduolinės inþinerijos problemø
laboratorija,
Breslaujos g. 3,
LT-44403 Kaunas*

Darbe pateiktas Ignalinos AE prieðgaisrinės saugos, ventiliacijos sistemø ir antriniø efektø poveikio saugai ávertinimas gaisrø pavojaus poþiūriu, naudojant kompiuteriniø programø paketà.

Sukurti supaprastinti prieðgaisrinės saugos, ventiliacijos ir antriniø efektø ávertinimo algoritmai, ágalinantys paspartinti gaisrø pavojaus IAE analizė.

Analizė parodė, kad prieðgaisrinės saugos sistemos praktiðkai atitinka nacionalinius prieðgaisrinius reikalavimus ir tarptautines rekomendacijas. Taèiau, siekiant uþtikrinti efektyvø ventiliacijos sistemø darbà ir sumaþinti antriniø efektø poveikà saugai, kai kuriose patalpose būtina pasirūpinti geresne prieðgaisrine sauga.

Prieðgaisrinės saugos, ventiliacijos sistemø bei antriniø efektø poveikio saugai ávertinimo kompiuterinė sistema lengvai gali būti pritaikyta, atliekant gaisrø pavojaus analizė kitose stambiose ámonėse.

Raktaþodþiai: Ignalinos AE, gaisrø pavojaus analizė, branduolinė ir prieðgaisrinė sauga, prieðgaisrinės sistemos, ventiliacija, antriniai efektai, duomenø bazė, atrankos algoritmai

1. ÁPANGA

Gaisrø, kylanėiø energetiniuose objektuose, ypaè atominėse elektrinėse, padariniai gali būti nenuspėjami. Todėl gaisrø pavojaus atominėse elektrinėse analizei visame pasaulyje skiriama daug dėmesio. Pagrindinis ðitokios analizės tikslas – parodyti, kad esanėios apsaugos nuo gaisrø priemonės uþtikrina atominės elektrinės branduolinė saugà ir atitinka tarptautines saugos rekomendacijas.

Pirmajame ðios serijos straipsnyje apie gaisrø pavojaus IAE analizė [1] pateikti pagrindiniai branduolinės saugos vertinimo principai, IAE sistemø ir patalpø klasifikacija, duomenø bazės ir patalpø atrankos algoritmø, reikalingø analizei, apraðymas.

Ðiame straipsnyje pateikiamas prieðgaisrinės saugos, ventiliacijos sistemø bei antriniø efektø átakos saugai ávertinimas gaisrø pavojaus poþiūriu. Analizė atlikta atsilyvelgus á tarptautinius reikalavimus [2], Vakarø ðalio patirtà, rekomendacijas [3] ir nacionalines normas [4].

Kitame serijos straipsnyje numatoma pateikti konkreio patalpø, ypaè svarbio branduolinei saugai, išsamià analizė ir visos analizės pagrindinius rezultatus.

2. PRIEÐGAISRINĖS SAUGOS SISTEMØ ANALIZĖ

Ignalinos AE prieðgaisrinė sauga vykdoma automatiðkai arba rankiniu būdu.

Viena efektyvesniø prieðgaisrinės saugos priemoniø yra automatinė prieðgaisrinė sauga (APZ), skirta aptikti, likviduoti gaisrus ir sumaþinti jø pasekmes. Automatinė prieðgaisrinė saugà, visiðkai nepriklausomà kiekviename energijos bloke, sudaro:

- automatinė gaisrø gesinimo sistema (APT);
- automatinė gaisrø signalizacijos sistema (APS);
- gaisrø lokalizacijos, dūmø ðalinimo ir oro virøslėgio sudarymo sistemos.

Automatinė gaisrø gesinimo sistema. Ðia sistema kiekviename bloke sudaro:

- gaisrø gesinimo vandeniu sistema (gesinimo vandeniu sistema, VPT);
- gaisrø gesinimo putomis sistema (gesinimo putomis sistema, PPT).

Gesinimo vandeniu sistema gesina gaisrø þidinius, kylanėius kabelio patalpose, kabelio tuneliuose bei blokiniuose transformatoriuose, o gesinimo putomis sistema – pagrindinius cirkuliacinius siurblius, tepalø ūkà bei blokiniø transformatoriø te-

palo auðinimo sistemas. Gesinimo tiek vandeniui, tiek putomis sistemø sudëtyje yra technologinë árangà, gaisro ir idorinë signalizacijos, automatinis gaisrø gesinimo árangos, gaisrø lokalizacijos, dūmø ðalinimo ir oro viròslëgio sudarymo sistemø valdymas.

Principinë struktūrinë abiejø blokø **gesinimo vandeniui sistemø** schema parodyta 1 paveiksle. Gesinimo vandeniui sistemø technologinë árangà sudaro: gesinimo vandeniui siurbliai, oro kompresorius, pneumobakas, cirkuliacinis vamzdynas, armatūra bei gesinimo sekcijos. Pirmajame bloke techninis vanduo gaisrams gesinti tiekiamas ið vandentiekio á 150 m³ rezervuarà, o ið jo – siurbliais á cirkuliacinà vamzdynà. Antrajame bloke vanduo siurbiamas tiesiog ið Drūkòiø eþero. Oro kompresoriumi per pneumobakà palaikomas reikalingas slëgis cirkuliaciniame vamzdyne paleidus siurblius bei pradëjus veikti gesinimo sekcijoms.

Pirmojo bloko siurblinë yra bloke D0 ir turi du vandens siurblius: pagrindinà ir rezervinà, o antrojo bloko siurblinë yra atskirame pastate 120/2 ir turi tris vandens siurblius: vienà pagrindinà ir du rezervinius.

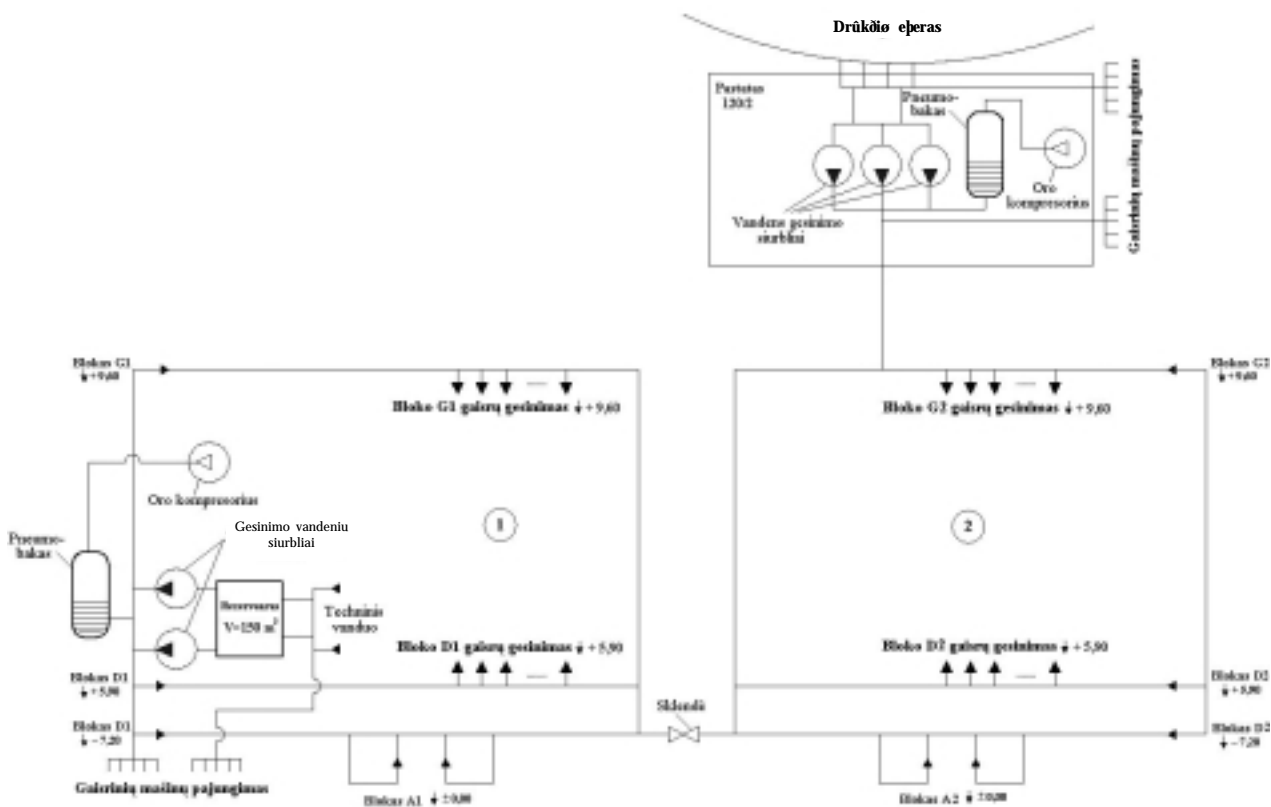
Vieno bloko gesinimo vandeniui sistemø darbo trukmë, dirbant didþiausiu nepertraukiamu reþimu, siekia 10 minuèiø, taèiau per sklendà galima prijungti ir kito bloko gesinimo vandeniui sistemà. Be

to, gaisrines maðinas galima prijungti prie kiekvieno bloko gesinimo vandeniui sistemø (1 pav.).

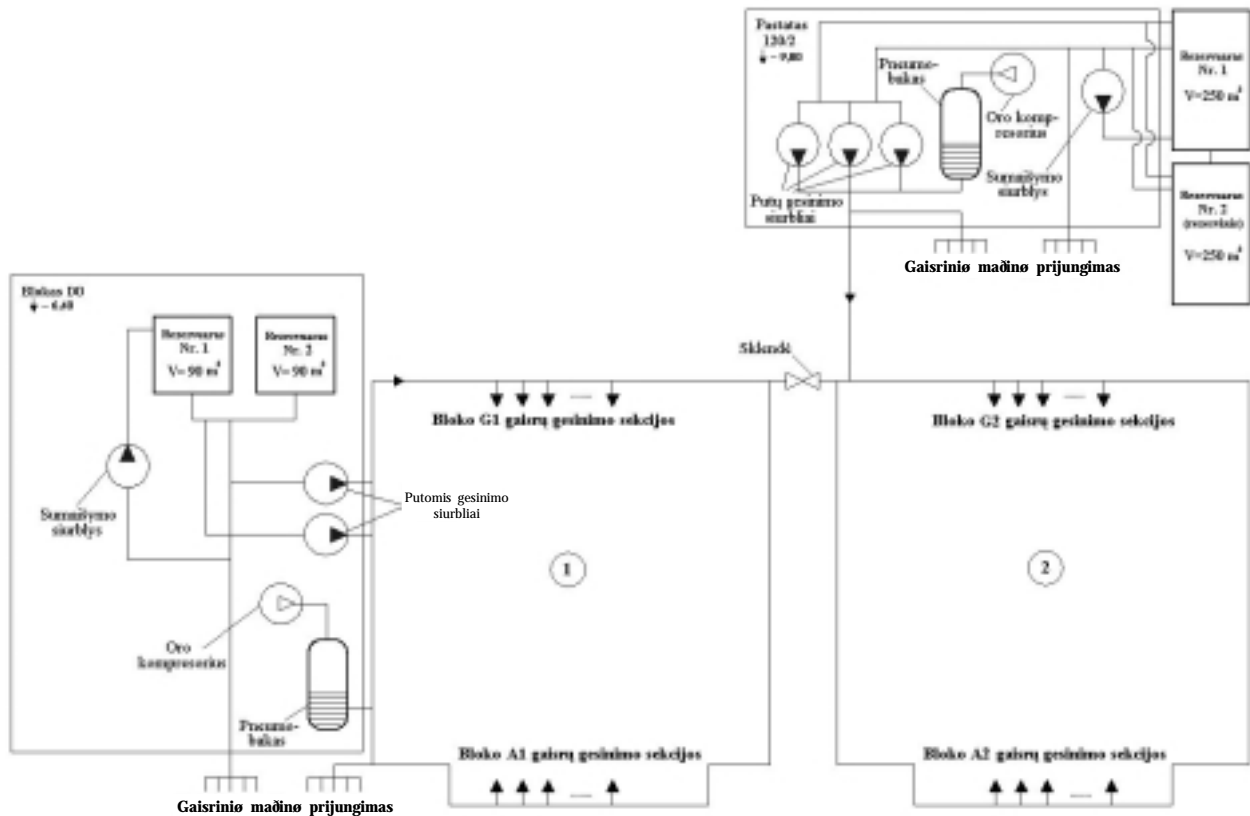
Panaðiai, kaip gesinimo vandeniui sistema, árengta ir **gesinimo putomis sistema** (2 pav.). Ðiuo atveju gesinimo agentas yra putas (vandeninis putø koncentrato tirpalas), kurios saugomos rezervuaruose. Gesinimo putomis sistemø technologinë árangà sudaro: gesinimo putomis siurbliai, sumaiðymo siurblys, oro kompresorius, pneumobakas, cirkuliacinis vamzdynas, armatūra bei gesinimo sekcijos. Pirmajame bloke putos gaisrams gesinti siurbliais siurbiamos ið dviejø po 90 m³ talpos rezervuarø ir tiekiamos á cirkuliacinà vamzdynà. Antrajame bloke putos siurbiamas ið vieno 250 m³ talpos rezervuarø. Antrajame rezerviniame rezervuare laikomas koncentratas putoms gaminti. Oro kompresoriumi per pneumobakà palaikomas reikalingas slëgis cirkuliaciniame vamzdyne paleidus siurblius bei pradëjus veikti gesinimo sekcijoms. Sumaiðymo siurblys palaiko tinkamà putø konsistencijà.

Pirmojo bloko siurblinë yra bloke D0 ir turi du putø siurblius: pagrindinà ir rezervinà, o antrojo bloko siurblinë yra atskirame pastate 120/2 ir turi tris putø siurblius: vienà pagrindinà ir du rezervinius.

Vieno bloko gesinimo putomis sistemø darbo trukmë, dirbant didþiausiu nepertraukiamu reþimu, yra 15 minuèiø, taèiau per sklendà galima prijungti ir kito bloko gesinimo putomis sistemà. Be to, gais-



1 pav. Principinë Ignalinos AE gesinimo vandeniui sistemø schema



2 pav. Principinė Ignalinos AE gesinimo putomis sistemos schema

rines maðinas galima prijungti prie kiekvieno bloko gesinimo putomis sistemos (2 pav.).

Automatinė gaisrø signalizacija ir automatinis valdymas. Automatinė gaisrø signalizacija skirta gaisro þidiniams aptikti bei signalams perduoti per iðorinæ signalizacijà, taip pat projektiniam gaisrø gesinimo automatikos valdymui. Be to, ði signalizacija valdo dūmø ðalinimo, oro virøslėgio sudarymo, gaisrø lokalizacijos ir automatinio durø uþdarymo sistemas.

Automatinė gaisrø signalizacija abiejuose blokuose árengta per 1100 svarbiø saugai patalpø pagal Lietuvos Respublikos normatyvinius dokumentus ir Vakarø ðaliø ekspertø rekomendacijas.

Pagrindinis automatinės gaisrø signalizacijos elementas yra radioizotopinis gaisro indikacinis árenginys RUPI su kontroliniais priėmimo pultais PPK ir signalizacijos ðleifais su gaisro jutikliais. Taip pat gaisrø signalizacijos ir valdymo sistemai priklauso: gaisrø automatikos valdymo skydai, mygtukiniai valdymo postai, servo pavarø valdymo blokai, automatikos spintos, signalizacijos skydai bei gaisrø gesinimo árangos elektros maitinimas. Naudojami ávairūs gaisro jutikliai: infraraudonøjø spinduliø, ðiluminiai, apðvitos dūmø ir kt.

Gaisrø lokalizacijos, dūmø ðalinimo ir oro virøslėgio sudarymo sistemos. Tai specifinės ventilaci-

jos sistemos, kurios yra susietos ir valdomos per automatina gaisrø gesinimo sistemà.

Gaisrø lokalizacijos sistema skirta ventilacijos sistemø oro pritekėjimo-iðtekėjimo sklendėms uþdaryti bei ventilatoriams atjungti kilus gaisrui pavojingose patalpose. Tai kabeliø ðachtos ir koridoriai, pagrindiniø cirkuliaciniø siurbliø elektros varikliø salės, elektrotechninės patalpos, chemijos laboratorijos, degiøjø medþiagø sandėliai ir kt.

Dūmø ðalinimo sistema skirta dūmams ðalinti ið kabeliø ðachtø, kilus gaisrui pėsėiøjø koridoriuose ir kai kuriose kitose patalpose.

Oro virøslėgio sudarymo sistema skirta liftø ðachtø, laiptiniø, evakuacijos keliø, valdymo skydiniø ir kitø personalo pastovaus darbo patalpø apsaugai nuo dūmø pasklidimo jose gaisrø metu.

Pirminė ventilacijos sistemø analizė pateikta kitame skyrelyje.

Prieðgaisrinė gelbėjimo tarnyba. Be automatinės prieðgaisrinės saugos, Ignalinos AE iðplėtota ir prieðgaisrinės gelbėjimo tarnybos veikla. Prieðgaisrinė gelbėjimo tarnyba skirta kilusiems gaisrams ir avarijoms likviduoti rankiniu būdu patalpose, neturinėiose automatinio gaisrø gesinimo ir signalizacijos sistemø, taip pat, reikalui esant, dubliuoti ir likviduoti gaisrus patalpose su prieðgaisrinės saugos sistemomis.

Per 200 þmoniø priedðgaisrinè gelbèjimo tarnyba – tai dvi gelbèjimo komandos po 80–90 þmoniø bei valdymo personalas. Kiekvienà pamainà budi 40 gelbètojø. Tarnyba aprùpinta atitinkama gaisrine gelbèjimo technika ir priemonėmis: tai gaisriniai automobiliai, automobilinès cisternos, gaisrinè siurblinè, avariniai gelbèjimo automobiliai, gaisrinès kopèeios, keltuvai ir kt.

Patalpø atrankos algoritmai. Iðanalizavus priedðgaisrinès saugos sistemø struktūrà ir jø atliekamas funkcijas, identifikuotos patalpos su priedðgaisrinès saugos sistemø elementais. Kadangi priedðgaisrinès saugos sistemos nedalyvauja tiesiogiai stabdant reaktorio ir, siekiant iðskirti patalpas su priedðgaisrinès saugos sistemø elementais ið kitø saugos sistemø patalpø, jos buvo suskirstytos ne á kategorijas (kaip [1] darbe), bet á grupes. Analogiðkai ankstesniame darbe [1] priimtai klasifikacijai, priklausomai nuo priedðgaisrinès saugos sistemø elementø rezervavimo, patalpos suskirstytos á 3 grupes:

1 grupè – patalpos, turinèios priedðgaisrinès saugos sistemø elementø, atliekanèios gaisro gesinimo funkcijas, ir neturinèios jokio rezervinio elementø kitose patalpose;

2 grupè – patalpos, turinèios priedðgaisrinès saugos sistemø elementø, atliekanèios gaisro gesinimo funkcijas, ir rezervinius elementus vienoje kitoje patalpoje;

3 grupè – patalpos, turinèios priedðgaisrinès saugos sistemø elementø, atliekanèios gaisro gesinimo funkcijas, ir rezervinius elementus bent dviejose atskirose patalpose.

Suskirsèius patalpas á grupes, pagal tam tikrus atrankos algoritmus atrenkamos patalpos, atitinkanèios gaisrø pavojaus reikalavimus. Kadangi priedðgaisrinès saugos sistemø patalpoms taikomi maþesni reikalavimai, negu patalpoms su saugos elementais, todėl 2 ir 3 grupiø patalpø atitikimas nacionaliniams priedðgaisriniais reikalavimams ir tarptautiniams rekomendacijoms buvo vertinamas pagal 3 kategorijos patalpø atrankos algoritmà [1]. Pirmos grupès patalpos nagrinètos iðsamiai. Visa reikalinga informacija sukaupta „MS Access“ duomenø bazèje ir analizè atlikta naudojant kompiuterinio programø paketà [1].

Apibendrinant IAE priedðgaisrinès saugos analizè, galima iðskirti ðiuos ypatumus:

- gesinimo vandeniui ir putomis sistemos yra visiškai atskirtos viena nuo kitos;

- nors normaliomis sàlygomis vieno bloko gesinimo vandeniui sistemos darbo trukmè 10 min., o gesinimo putomis sistemos – 15 min., taèiau prijungus kito bloko atitinkamas sistemas, gaisrines maðinas ir panaudojus rankinio gesinimo priemones, nacionalinis 60 min. gaisrø gesinimo trukmès kriterijus ávykdomas;

- pirmojo bloko gesinimo vandeniui ir putomis sistemose sumontuota po du, o antrojo bloko – po

tris siurblius, ið kuriø vienas yra pagrindinis, o kiti – rezerviniai. Taèiau visi kiekvienos sistemos siurbliai yra vienoje patalpoje, todėl būtina siurblinèse àrengti bent automatina priedðgaisrinè signalizacijà;

- visos gaisrø gesinimo sistemos aprùpintos rezerviniu maitinimu ið akumuliatoriø, dyzelio-generatoriaus ir áprasto elektros tinklo; visi priedðgaisrinès signalizacijos kontùrai maitinami nuolatine srove;

- kad priedðgaisrinès saugos sistemos efektyviai dirbtø, jas būtina kontroliuoti ir bandyti pagal techninio aptarnavimo reglamentà ir eksploatacijos instrukcijà [5].

Analizè parodè, kad priedðgaisrinès saugos sistemos bei priedðgaisrinè gelbèjimo tarnyba praktiðkai atitinka nacionalinius priedðgaisrinius reikalavimus, tarptautines rekomendacijas ir yra pajègūs laiku aptikti galimus gaisrus, likviduoti kilusius gaisrus ar bent sumaþinti pasekmes. Tik kai kuriose patalpose siūlyta papildomai àrengti priedðgaisrinè signalizacijà ar pastatyti rankinius gesintuvus.

3. VENTILIACIJOS SISTEMØ ANALIZÈ

Ventiliacijos sistemø analizè gaisro poþiūriu – tai dūmø ir liepsnos, dėl kuriø gaisrai gali iðplisti á gretimias patalpas, sklidimo ventiliacijos kanalais analizè. Gaisro plitimas per ventiliacijos sistemas yra sudètingas reiškinys, reikalaujantis specialios analizès.

Iðsamiai ventiliacijos sistemø priedðgaisrinè sauga vertinama remiantis tarptautiniais ir nacionaliniais reikalavimais ventiliacijos sistemoms (sprogiai aplinka, nuodinga aplinka, skirtinga paskirtis), àrengimams (saugumas, patikimumas, naðumas), àrengimø iðdèstymui (sprogimo pavojus, gaisro kilimo pavojus, gaisro plitimo pavojus) ir ortakiams (atsparumas ugniai, gaisro plitimo ribojimas). Taèiau galimas ir konservatyvesnis ventiliacijos sistemø vertinimas, atsiþvelgus á gaisro plitimà ribojanèias priemones.

Gaisro plitimas ventiliacijos sistemomis ribojamas, panaudojant ávairias kliūtis, barjerus:

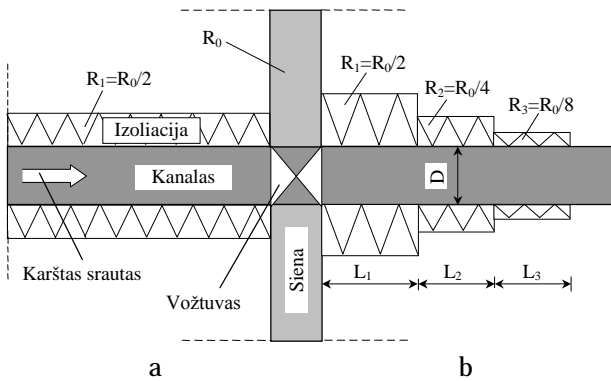
- barjerai patalpoje (patalpos sienos, durys, ugniai atsparūs voþtuvai);

- barjerai ventiliacijos sistemoje (priedðgaisriniai voþtuvai, sklendès ortakiuose);

- barjerai tarp sistemø (atskiros patalpos árangiai, nesusijè ortakiai).

Kliūtys gaisrui plisti ið patalpos (ortakiai, priedðgaisriniai voþtuvai, sklendès ir pan.) vertinamos atsiþvelgus á jø atsparumà ugniai, kuris, pagal tarptautinius reikalavimus branduolinei saugai uþtikrinti, turi būti ne maþesnis, negu 60 minuèiø.

Reikiamas ventiliacijos kanalø atsparumas ugniai, siekiant iðvengt temperatūrø kilimo ir iðsaugoti kanalø vientisumà, yra gaunamas ávairiais būdais juos izoliuojant arba derinant kanalø izoliavimà su priedð-



3 pav. Būdingos ventilacijos kanalø izoliavimo schemas. a – visiðka, b – dalinė

gaisriniais vožtuvais. Būdingos kanalø izoliavimo schemas ir atsparumø ugniai santykiai parodyti 3 paveiksle. Galima iðtisinė kanalø izoliacija (a) arba dalinė laiptuota skirtingø ilgjø izoliacija (b). Ðiuo atveju izoliacijos pakopø kiekis ir ilgiai priklauso nuo sienos atsparumo ugniai ir kanalø skersmens D . Nagrinėjami du prieðgaisrinės izoliacijos atvejai: su karðtø dujø srautu ir be jo.

Ignalinos AE ventilacijos sistemø prieðgaisrinė sauga ávertinta konservatyviai, atsiþvelgus á prieðgaisrinø sklendþjø ir vožtuvø, esanèiø ortakiuose, ir ortakiø izoliacijos atsparumà ugniai. Kiti prieðgaisriniai reikalavimai (atitikimas paskirèiai, patikimumas, naðumas, teisingas árengimø iðdėstymas, ortakiø iðdėstymo ir izoliavimo ypatumai) buvo vertinami, atliekant iðsamia IAE ventilacijos sistemø analizę remiantis projektine dokumentacija ir techniniais sistemø apraðymais.

Ignalinos AE ventilacijos sistemos yra suskirstytos grupėmis pagal jø átakà saugai bei paskirtà [6]. Pagal átakà saugai ventilacijos sistemos skirstomos á

- lokalizuojanėias saugos sistemas (WZ52-55);
- aprūpinanėias saugos sistemas (WA41-44);
- normalios eksploatacijos sistemas, svarbias saugai (WZ51);
- normalios eksploatacijos sistemas, nesvarbias saugai (visos kitos átekanèio ir iðtekanèio oro sistemos).

Atliekant gaisrø pavojaus analizę, nagrinėtinos tik pirmøjø trijø grupjø ventilacijos sistemos, nes normalios eksploatacijos sistemos nėra susijusios su saugai svarbiomis sistemomis ir yra atskirtos nuo pastarøjø.

Pagal paskirtà ventilacijos sistemos skirstomos á

- átekanèio oro (šildymui, aušinimui, oro uþdangoms, viršslėgiui);
- iðtekanèio oro (technologinės – 1 ir 2 apšvitos zonoms, kitø patalpø oro apykaitai);
- recirkuliacines (sandariems atspariems boksams vėdinti).

Priklausomai nuo paskirties ventilacijos sistemos sudėtis gali būti: ventilacijos árenginys (ventiliato-

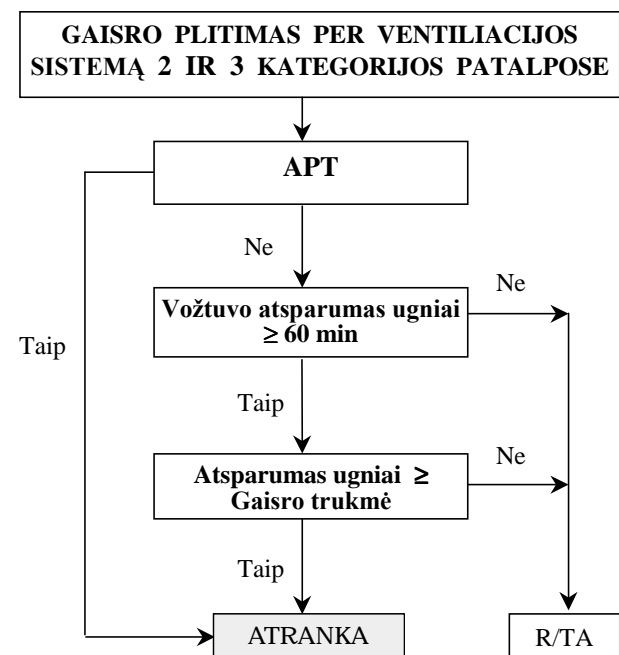
rius, elektros variklis, pagalbinė áranga varikliui paleisti, uþstūmos arba atbuliniai vožtuvai, kontrolės ir automatikos prietaisai), kaloriferis (priėmimo kameros sudėtinė dalis), oro aušintuvas, oro filtras, vamzdynai, ortakiai, armatūra (uþstūmos, sklendės, vožtuvai – hermetiniai, atbuliniai, ugniai atsparūs), kontrolės ir automatikos prietaisai.

Gaisro uþgesinimo bei jo plitimo iš patalpos per ventilacijos sistemà galimybiø pradinis ávertinimas atliktas programiðkai, naudojantis sukurtu algoritmu (4 pav.). Algoritmas sukurtas pagal TATENA rekomendacijas 2 ir 3 kategorijos patalpoms (patalpø suskirstymas kategorijomis priklausomai nuo saugos elementø rezervavimo paaiðkintas ankstesniame darbe [1]) ir ágalina atrinkti patalpas pagal ventilacijos árangos adekvatumà. Jame loginiø sprendimø „Taip“ ir „Ne“ pagalba tikrinami atitinkami prieðgaisrinės saugos reikalavimai.

Ventilacijos sistema nekelia pavojaus prieðgaisrinei saugai, jei patalpoje yra automatinė gaisrø gesinimo sistema. Jei automatinės gaisrø gesinimo sistemos patalpoje nėra, tai:

- ventilacijos kanalø, prieðgaisrinø sklendþjø, vožtuvø atsparumas ugniai turi būti ne mažesnis, negu 60 minuèiø;
- hipotetinio gaisro trukmė, apskaičiuota ávertinus degiàsias medþiagas patalpoje, neturi būti didesnė uþ ventilacijos árangos atsparumà ugniai ($T \leq R$).

Atrankos algoritmas ádiegtas kompiuteriniø programø pakete [1]. Jis pagreitina analizę, kai analizuojama daug patalpø. Atsiþvelgus á visus prieðgaisrinės saugos reikalavimus, patalpa laikoma atrinkta



4 pav. Ventilacijos sistemos būklės 2 ir 3 kategorijos patalpose pradinio ávertinimo algoritmas

ir tolimesnei analizei neteikiama. Kitos patalpos, neatitinkančios atrankos algoritmo, toliau išsamiai nagrinėjamos ir pateikiamos rekomendacijos priešgaisrinei saugai garantuoti.

Vertinant gaisrø plitimo per ventilacijos sistemas á patalpas su áranga, svarbia saugiai stabdant reaktoriø gaisro metu, galimybæ nustatyta, kad projektuojant, statant ir pertvarkant elektriná ágyvendinta nemaþai bûtinø priemoniø gaisrø plitimui apriboti, taèiau jø vis dar nepakanka. Pagrindinës priemonës susijusios su priešgaisrinio barjerø (prieðgaisrinio sklendþiø, voþtuvø ir kt.) atsparumo ugniai padidiniu iki normos – 60 minuèiø.

Pirminio ventilacijos sistemø ávertinimo algoritmas yra sudëtinë antriniø efektø analizës dalis. Antriniai efektai yra sudëtinë patalpø atrankos algoritmo dalis [1].

4. ANTRINIØ EFEKTØ ANALIZË

Antriniai efektai – tai netiesioginis gaisro poveikis, t. y. gesinimo agentø (vandens, putø) patekimas á gretimas patalpas su svarbia saugai áranga, liepsnos, dūmø pasklidimas ventilacijos kanalais, kenksmingø medþiagø išsiskyrimas degant ir pan.

Atliekant gaisrø pavojaus analizæ, būtina ávertinti antriniø efektø átakà, nes jie gali labai sąlygoti atominiø elektriniø branduolinæ saugà. Pavyzdþiui, pradėjus veikti automatinei gaisrø gesinimo sistemai, gesinimo agentai – vanduo, putos, milteliai – gali patekti ant saugai svarbios árangos toje paèioje gaisro patalpoje arba per grindis ir sienø bei durø ply-

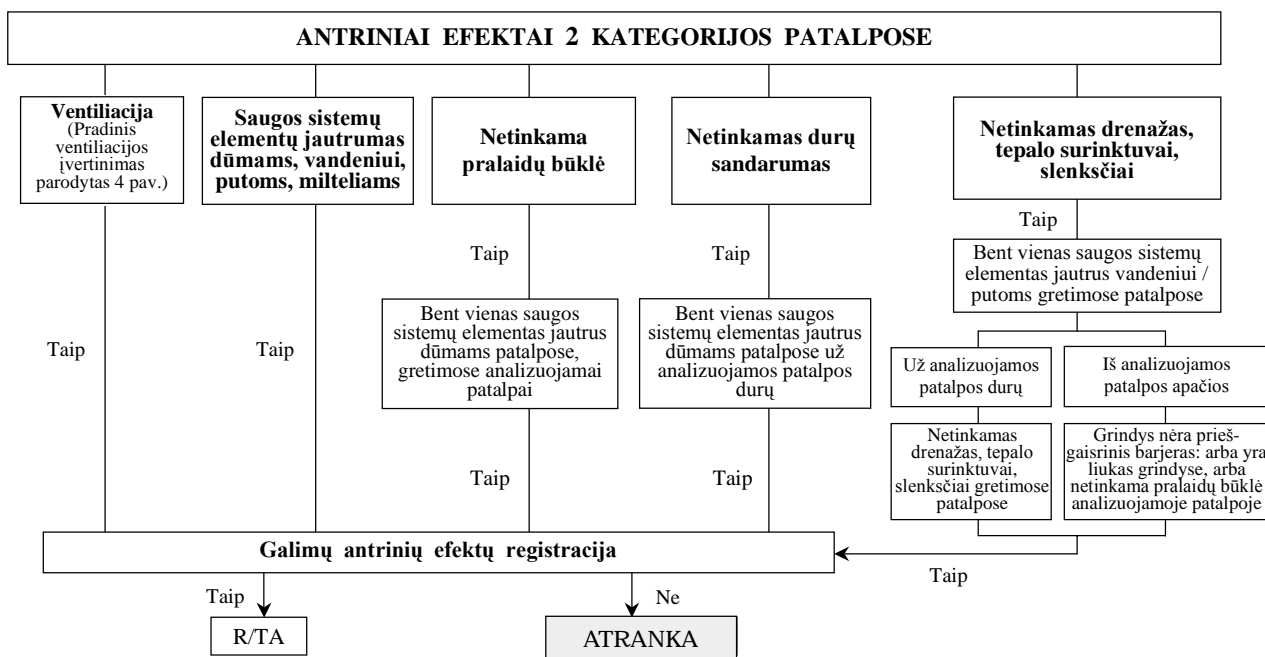
ðius – á gretimas patalpas su rezervine áranga. Kitais atvejais liepsna bei dūmai gali pasklisti ventilacijos kanalais bei per sienø ir durø plyðius á gretimas patalpas, pabeisti ir sugadinti svarbià saugai árangà. Antriniø efektø apibūdinimas ir ávertinimo bûtinybë pateikti TATENOS saugos ataskaitoje [7].

Siekiant vienareikðmiai ir sparèiai ávertinti antriniø efektø átakà gaisrø pavojui Ignalinos AE gana daug (per 2000) 2–4 kategorijø analizuojamø patalpø, sukurti atrankos algoritmai. Pirmos kategorijos patalpos yra ypaè svarbios ir sudëtingos branduolinës saugos atþvilgiu, todėl jos buvo analizuojamos individualiai, ir antriniø efektø algoritmai èia netaikomi.

Būdingas antriniø efektø 2 kategorijos patalpose ávertinimo algoritmas parodytas 5 paveiksle. Jame (kaip ir kituose algoritmuose) loginiø sprendimø „Taip“ ir „Ne“ pagalba tikrinami atitinkami priešgaisrinës saugos reikalavimai. Patalpa, atitinkanti visus reikalavimus, yra adekvati antriniø efektø atþvilgiu. Atrankos algoritmas ádiegtas kompiuteriniø programø pakete [1].

Pirmiausia tikrinama, ar yra ventilacija, kokia priešgaisrinio voþtuvø bûklë pagal anksèiau apraðytà algoritmà, nes per ventilacijos kanalus gali pasireikšti antriniai efektai (atðaka „Ventiliacija“, 5 pav.). Jei ventilacija árengta, bet priešgaisrinio voþtuvø atsparumas ugniai yra ne maþesnis kaip 60 minuèiø ir didesnis uþ gaisro trukmæ, tai nei antriniai efektai, nei gaisro plitimas per ventilacijos kanalus nenagrinėjami.

Antros kategorijos patalpø algoritmas sudarytas atsivþelgus á saugos elementø rezervavimà (vienas iš



5 pav. Galimø antriniø efektø dėl gaisro 2 kategorijos patalpose ávertinimo algoritmas

dviejø galimø ir kiekvienas skirtingose patalpose) ir taikant vienetinio gedimo principà. Pagal ðà principà gaisro metu gali sugesti vienas ið rezerviniø saugos elementø, todël būtina iðsaugoti pagrindinà svarbià saugai árangà. Ið to seka, kad reikia tikrinti esanèios árangos paþeidimo galimybæ, kilus gaisrui ðioje patalpoje ir uþ jos ribø gretimose patalpose.

Atðakoje „Saugos sistemø elementø jautrumas dùmams, vandeniui, putoms, milteliams“ (5 pav.) tikrinamas dùmø bei gaisro gesinimo agentø – vandens, putø, milteliø galimas poveikis saugos sistemø elementams analizuojamoje patalpoje.

Atðakoje „Netinkama pralaidø bûklë“ tikrinama galimo dùmø poveikio átaaka saugos sistemø elementams patalpose, gretimose pagrindinei patalpai.

Atðakoje „Netinkamas durø sandarumas“ tikrinamas galimas dùmø poveikis saugos sistemø elementams patalpose, gretimose pagrindinei patalpai uþ durø.

Atðakoje „Netinkamas drenapas, tepalo surinktuvai, slenkðiai“ tikrinamas galimas vandens ir putø poveikis saugos sistemø elementams visose patalpose, gretimose pagrindinei patalpai uþ durø ir þemiau jos.

Kadangi analizuojant pagrindinës ir gretimø patalpø jautrumà dùmams ar vandeniui ir putoms nėra grieþtai nustatyta, per kurios sienos pralaidà, grindis ar lubas tai vyksta, pasirinktas konservatyvus ðio antrinio efektø vertinimas, t. y. tariama, kad dùmø poveikis galimas per visus barjerus, esant nesandariai pralaidai patalpoje, o vandens ir putø poveikis galimas gretimose patalpose uþ durø ir þemiau analizuojamos patalpos.

Jei antriniai efektai yra galimi, jie registruojami ir patalpos toliau analizuojamos išsamiai arba teikiamos rekomendacijos.

Panaðūs algoritmai sukurti ir 3 (su rezerviniais saugos elementais dviejose atskirose patalpose) bei 4 (be svarbios saugai árangos) kategorijos patalpoms.

Ignalinos AE pirmajame bloke algoritmo pagalba nustatyta apie 100 patalpø (ið per 2000 analizuotø), kuriose yra galimi antriniai efektai ir kurios buvo analizuojamos toliau, pateikiant atitinkamas rekomendacijas.

5. IŠVADOS

1. Darbe pateiktas Ignalinos AE prieðgaisrinės saugos, ventilacijos sistemø ir antrinio efektø poveikio saugai ávertinimas gaisrø pavojaus poþiūriu, naudojant kompiuteriniø programø paketà.

2. Sukurti supaprastinti prieðgaisrinės saugos, ventilacijos sistemø ir antrinio efektø ávertinimo algoritmai, ágalinantys paspartinti gaisrø pavojaus IAE analizæ.

3. Analizė parodė, kad prieðgaisrinės saugos sistemos praktiðkai atitinka nacionalinius prieðgaisrinius reikalavimus ir tarptautines rekomendacijas. Taèiau, siekiant uþtikrinti efektyvø ventilacijos sistemø darbà ir sumapinti antrinio efektø poveikà saugai, atskirose patalpose būtina ádiegti priemones, gerinanèias prieðgaisrinæ saugà.

4. Prieðgaisrinės saugos, ventilacijos sistemø bei antrinio efektø poveikio saugai ávertinimo kompiuterinè sistema lengvai gali būti pritaikyta, atliekant gaisrø pavojaus analizæ kitose stambiose ámonëse.

Gauta
2002 12 12

Santrumpos ir paþymėjimai

APS – automatinė gaisro signalizacija; APT – automatinis gaisro gesinimas; APZ – automatinė prieðgaisrinė sauga; D – ventilacijos kanalo skersmuo m ; IAE – Ignalinos atominė elektrinė; L_1, L_2, L_3 – atskiro elementø ilgiai m ; PPK – kontrolinis priėmimo pultas; PPT – gesinimo putomis sistema; R – bendras atsparumo ugniai paþymėjimas min ; R_0, R_1, R_2, R_3 – atskiro elementø ar jø daliø atsparumai ugniai min ; R/TA – rekomendacijos arba tolimesnė analizė; RUPI – radioizotopinis gaisro indikacinis árenginys; T – gaisro trukmė min ; TATENA – Tarptautinė atominės energijos agentūra; VPT – gesinimo vandeniui sistema; WA, WZ – ventilacijos sistemos.

Literatūra

1. Poðkas P., Ðimonis V., Zujus R., Kilda R., Kolesnikovas J., Sirvydas A. Gaisrø pavojaus Ignalinos AE pirmajame bloke analizė. 1. Pagrindiniai principai, kompiuteriniø programø paketas, pirminė analizė // Energetika. 2003. Nr. 4. P. 86–93.
2. Fire protection in nuclear power plants. A safety guide. Safety Series No. 50-SG-D2 (Rev. 1). Vienna: IAEA, 1992.
3. Методология Министерства энергетики США по оценке мер защиты активной зоны реакторов при пожарах на атомных электростанциях с реакторами РБМК и ВВЭР, построенных по советскому проекту / Отчет МЭ США. Ревизия 0. 1996.
4. Pastatø ir statiniø prieðgaisrinė automatika. RSN 138-92*. Vilnius: Lietuvos Respublikos statybos ir urbanistikos ministerija, 1995.
5. Инструкция по эксплуатации систем автоматического пожаротушения ИАЭС. ПТОэд-0612-8В7. ИАЭС, 2001.
6. Системы вентиляции здания 101. SAR 9.4. Отчет по безопасности Игналинской АЭС. ПТОаб-0345-41В1. ИАЭС, 1996.
7. Preparation of fire hazard analyses for nuclear power plants. Safety Reports Series No. 8. Vienna: IAEA, 1998.

**Povilas Požkas, Vytautas Šimonis, Rimantas Zujus,
Raimundas Kilda, Jokūbas Kolesnikovas,
Arūnas Sirvydas**

**FIRE HAZARD ANALYSIS AT THE FIRST UNIT OF
THE IGNALINA NUCLEAR POWER PLANT
2. ANALYSIS OF FIRE PREVENTION AND
VENTILATION SYSTEMS AND SECONDARY
EFFECTS**

S u m m a r y

Evaluation of the fire prevention and ventilation systems and the secondary effects on safety at the Ignalina NPP from the point of view of fire hazard using computerized system is presented.

Simplified screening algorithms for fire prevention, ventilation and the evaluation of secondary effects are developed, which allow accelerating fire hazard analysis at the INPP.

The analysis indicated that the fire prevention systems practically meet the national requirements and international recommendations for fire prevention. But it is necessary to introduce in separate rooms the measures improving fire prevention to guarantee the effective functioning of the ventilation systems and the reduction of the influence of secondary effects on safety.

Computerized system of fire prevention and ventilation systems and evaluation of secondary effects on safety can be easily applied for fire hazard analysis at different big plants.

Key words: Ignalina NPP, fire hazard analysis, nuclear and fire safety, fire prevention systems, ventilation, secondary effects, database, screening algorithms

**Повилас Пошкас, Витаутас Шимонис,
Римантас Зуюс, Раймундас Килда,
Йокубас Колесниковас, Арунас Сирвидас**

**АНАЛИЗ ПОЖАРНОГО РИСКА НА ПЕРВОМ
БЛОКЕ ИГНАЛИНСКОЙ АЭС
2. АНАЛИЗ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
ЗАЩИТЫ, ВЕНТИЛЯЦИИ И ВТОРИЧНЫХ
ЭФФЕКТОВ**

Р е з ю м е

В работе, используя пакет компьютерных программ, представлен учет влияния систем противопожарной защиты, вентиляции и вторичных эффектов на безопасность Игналинской АЭС с точки зрения пожарного риска.

Разработаны упрощенные алгоритмы учета противопожарной защиты, вентиляции и вторичных эффектов, позволяющие ускорить анализ пожарного риска на Игналинской АЭС.

Анализ показал, что системы противопожарной защиты практически соответствуют национальным противопожарным требованиям и международным рекомендациям. Однако для того, чтобы повысить эффективность работы систем вентиляции и минимизации влияния вторичных эффектов на безопасность, необходимо в отдельных помещениях предпринять ряд мероприятий, повышающих пожарную безопасность.

Пакет компьютерных программ учета влияния систем противопожарной защиты, вентиляции и вторичных эффектов может быть легко использован при анализе пожарного риска на других крупных предприятиях.

Ключевые слова: Игналинская АЭС, анализ пожарного риска, ядерная и противопожарная безопасность, системы противопожарной защиты, вентиляция, вторичные эффекты, база данных, алгоритмы отбора