

Avarijos Japonijos Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje eiga, priežastys ir išmoktos pamokos

Praėjo penkeri metai po vienos iš didžiausių pasaulyje branduolinių avarių – avarijos Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje Japonijoje. Šios avarijos priežastys, skirtingai nuo kitų dviejų reikšmingiausių pasaulyje branduolinių avarių – Trijų Mylių salos branduolinėje elektrinėje (JAV, 1979) ir avarijos Černobylio branduolinėje elektrinėje (SSRS, dabartinė Ukraina, 1986) – buvo ne įrangos gedimai ar jos konstrukciniai trūkumai bei žmogaus klaidos, bet ypatingai ekstremalūs gamtiniai reiškiniai – neįtikėtinais didelis žemės drebėjimas ir jo sukeltas cunamis.

Lietuvoje, kaip ir daugelyje pasaulio šalių, buvo iškart sureaguota į avarią branduolinėje elektrinėje Japonijoje. VATESI 2011 m. kovo 12 d. pirmą kartą VATESI istorijoje ne pratybų metu paskelbė avarinio centro dalinę parengtį ir organizavo dvi savaites trukusį 24 valandų per parą budėjimą. VATESI specialistai nuolat sekė žinias iš Japonijos, nagrinėjo gaunamą iš Tarptautinės atominės energijos agentūros (TATENA) ir kitų prieinamų šaltinių informaciją, nuolat informavo apie padėtį Vyriausybės ekstremaliųjų situacijų valdymo komisiją, Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamentą, Radiacinės saugos centrą, Aplinkos apsaugos agentūrą ir kitas atsakingas institucijas bei rengė informaciją visuomenei.

VATESI specialistai analizuoja visą prieinamą informaciją apie avarią Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje ir jos padarinius bei sistemingai prižiūri, kad Lietuvoje visuose branduoliniuose įrenginiuose – ar tai būtų branduolinė elektrinė, ar branduolinio kuro saugykla, ar radioaktyviųjų atliekų įrenginys – būtų užtikrinamas nuolatinis saugos gerinimo procesas, o tuo pačiu ir kuo aukštesnis saugos lygis, atitinkantis TATENA ir Europos Sąjungos saugos reikalavimus.

Avarijos eiga Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje

9,0 magnitudės vadinamas „Didysis rytų Japonijos“ žemės drebėjimas įvyko 2011 m. kovo 11 d., 14:46 Japonijos laiku. Tai vienas iš penkių galingiausių stebėtų žemės drebėjimų nuo XX amžiaus pradžios. Žemės drebėjimo epicentras buvo nutolęs maždaug 72 kilometrus nuo kranto apie 30 kilometrų gylyje. Po jo sekė cunamis, kurio aukštis skirtingose vietovėse stebėtas nuo 2,9 iki 40,4 metro.

Nepaisant to, kad dėl galimo didelio cunamio gyventojai buvo perspėti, vertinama, kad žuvo arba dingo be žinios apie 18,5 tūkst., o sužeista daugiau nei 6 tūkst. žmonių, sugriauta apie 400 tūkst. namų.

Žemės paviršius dėl tektoninių poslinkių pasislinko net iki 5,3 metro, o nusėdo iki 1,3 metro (Tokijo rajone atitinkamai daugiau nei 20 centimetrų ir daugiau nei 5 centimetrai).

Į cunamio poveikio rajoną pateko Higašidori, Onagavos (pastaroji buvo arčiausiai – 80 kilometrų nuo žemės drebėjimo epicentro), Fukušima Daiiči, Fukušima Daini, Tokai-Daini branduolinės elektrinės, kuriose iš viso yra 15 energijos blokų, iš kurių 2011 m. kovo 11 d. veikė 11, o kiti 4 buvo planinėse prastovose.

Įvykus žemės drebėjimui visi tuo metu veikiantys branduoliniai reaktoriai buvo saugiai sustabdyti ir pradėti aušinti¹, nors Onagavos ir Fukušima Daiiči branduolinių elektrinių energijos blokuose seisminės apkrovos viršijo numatytąsias projektuose. Fukušima Daiiči ir Tokai Daini branduolinėse elektrinėse buvo prarastas išorinis elektros energijos tiekimas, tačiau automatiškai pasileidę dyzeliniai elektros energijos generatoriai užtikrino elektros energijos tiekimą saugą užtikrinančioms sistemoms.

Po žemės drebėjimo Japonijos krantus užliejo cunamio bangos. Pirmoji cunamio banga Fukušima Daiiči branduolinės elektrinės aikštelę pasiekė po 41 min., bet ją sustabdė bangolaužis. Po 10 min. sekė antroji ir kitos bangos, ir vandens lygis pasiekė maždaug 15,5 metrų aukštį. Ši banga sugadino pakrantėje buvusius elektrinės įrenginius, užliejo pastatų apatinius aukštus. Dėl sugadintų elektros tiekimo įrenginių buvo visiškai prarastas kintamos elektros srovės ir iš dalies nuolatinės elektros srovės tiekimas. Dar maždaug po 10 min. buvo prarastas 1-ojo energijos bloko reaktoriaus aušinimas. Vanduo sugadino pakrantėje esančias siurbines, kurios užtikrino šilumos nuvedimą į galutinį šilumos sugėriklį – į jūrą, taip pat užliejo visus 1-5 energijos blokų dyzelinius generatorius, elektros energijos skirstyklas ir kitus įrenginius. Taip pat vanduo užliejo ir apgadino sausojo tipo panaudoto branduolinio kuro saugyklą, kuri taip pat yra elektrinės aikštelėje, bet žymesnių padarinių tai nesukėlė. Elektrinėje, vadovaujantis iš anksto parengtomis neprojektinių avarių valdymo priemonėmis², imtasi veiksmų, turėjusių užtikrinti bent minimalų branduolinio kuro aušinimą, radionuklidų išmetimo į aplinką ribojimą, kitų saugos funkcijų vykdymo atstatymą ir palaikymą. Buvo tiesiami laikini kabeliai, vandens žarnos, o panaudojus gaisrų gesinimo įrangą, mėginta užtikrinti branduolinių reaktorių aušinimą. Tačiau dėl didžiulio gedimų skaičiaus, nulėmusių saugos funkcijų vykdymo ir technologinių parametru atvaizdavimo sutrikimus, sugriautos infrastruktūros, pakartotinių seisminių smūgių³, psichologinių veiksnių, šie darbai nebuvo pakankamai efektyvūs. Nesugebėjus atstatyti ar bent iš dalies kompensuoti aušinimo funkcijos, po cunamio praėjus maždaug 4 val., kaip manoma, išsilydė 1-ojo energijos bloko branduolinio reaktoriaus šerdis. Nesugebėjus laiku atlikti reaktoriaus pirminio apsauginio gaubto išvėdinimo, po cunamio praėjus maždaug 11 val. dėl viršslėgio buvo pažeistas šio energijos bloko reaktoriaus pirminio apsauginio gaubto sandarumas, ir tai nulėmė pirmąjį nekontroliuojamą didelį radionuklidų išmetimą į aplinką. Taip pat pro nesandarų apsauginį gaubtą į pastatą pateko didelis kiekis vandenilio⁴. Po 25 val., užsiliepsnojus susikaupusiam vandeniliui, įvyko sprongimas, sugriovęs 1-ojo energijos bloko reaktoriaus pastato viršutinę dalį. Sudėtinga padėtis 1-ajame energijos bloke ir vis blogėjanti radiologinė padėtis trukdė valdyti avariją kituose energijos blokuose. 2-ajame ir 3-ajame energijos blokuose nepavykus atstatyti ar kompensuoti nuolatinio branduolinių reaktorių aušinimo, šių reaktorių šerdys išsilydė, manoma, praėjus atitinkamai 77 ir 44 valandoms. Praradus branduolinių reaktorių apsauginių gaubtų sandarumą į aplinką pradėjo sklisti radioaktyvūs teršalai. Po 68 val. įvyko vandenilio sprongimas 3-ajame energijos bloke. Didžiulis netikėtumas buvo tai, kad sprogo 4-ojo energijos bloko pastatas. Šis energijos blokas buvo planinėje prastovoje, visas branduolinis kuras iš reaktoriaus buvo iškrautas į panaudoto branduolinio kuro saugojimo baseinus⁵. Iš pradžių buvo manyta, kad šiuose baseinuose esantis branduolinis kuras susilydė ir išsiskyrė vandenilis, kuris užsiliepsnojo ir sprogo, tačiau vėliau paaiškėjo, kad branduolinis kuras šiame bloke išliko praktiškai nepažeistas, o vandenilio pastate susikaupė dėl bendros su 3-uoju energijos bloku ventiliacijos sistemos. 2-ajame energijos bloke vandenilio sprongimo nebuvo, nes, kaip manoma, įvykus sprongimui 1-ajame energijos bloke atsidarė nuplėšiamasis skydas. Todėl pastato patalpos prasivėdino ir jose nesudarė sprogaus mišinio koncentracija, tačiau šio energijos bloko branduolinio reaktoriaus apsauginis gaubtas avarijos metu buvo pažeistas labiausiai.

Fukušima Daiiči 5 ir 6 energijos blokai įvykio metu buvo planinėse prastovose. Kadangi jie buvo pastatyti aukščiau nei kiti energijos blokai, jie mažiau nukentėjo nuo cunamio bangos. Vienas 6-ojo energijos bloko oru aušinamas dyzelinis elektros energijos generatorius išliko veikiantis ir jis užtikrino elektros energijos tiekimą, reikalingą išlaikyti abiejų šių energijos blokų saugią būseną. Pilnai saugos funkcijos šiuose blokuose buvo atstatytos kovo 20 d.⁶

Padėtis Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje buvo pradėta veiksmingiau valdyti 2011 m. kovo pabaigoje atstačius elektros energijos tiekimą ir vėliau, iki 2011 m. pabaigos, įdiegus efektyvias branduolinio kuro

aušinimo, radionuklidų išmetimo į aplinką ribojimo ir stebėsenos, vandenilio stebėsenos, pokritiškumo užtikrinimo ir kitas priemones.

Kitų branduolinių elektrinių saugus sustabdymas

Fukušima Daini branduolinėje elektrinėje cunamio banga sugadino daug įrangos, tačiau išorinis elektros tiekimas išliko. Vis dėlto 1-ojo energijos bloko branduolinio reaktoriaus ilgalaikio aušinimo galimybė buvo sutrikdyta. Suremontavus gedimus ar sumontavus laikiną įrangą šį reaktorių 2011 m. kovo 14 d. pavyko pervesti į saugią būseną.

Tokai-Daini branduolinėje elektrinėje buvo prarastas išorinis elektros energijos tiekimas, tačiau veikė du iš trijų stacionarių dyzelinių generatorių, kuriais pavyko užtikrinti saugią branduolinio reaktoriaus būseną.

Onagavos branduolinės elektrinės aplinkoje cunamio banga siekė beveik 14 metrų, tačiau ji nepasiekė lygio, kuriame yra branduolinės elektrinės aikštelė.

Higašidori branduolinės elektrinės aplinkoje cunamio banga tesiekė apie 2,6 metrų – ji buvo kur kas mažiau žemesnė nei branduolinės elektrinės aikštelės lygis.

Avarijos pasekmės gyventojams ir aplinkai

Vertinama, jog avarijos metu iš Fukušima Daiiči branduolinės elektrinės buvo išmesta į aplinką apie 17×10^{15} bekerelių⁷ 137 cezio izotopo, kuris yra vienas iš pagrindinių radionuklidų, nulemiančių ilgalaikę radiologinę taršą įvykus branduolinei avarijai ar įvykdžius branduolinį bandymą. Palyginimui reikėtų paminėti, kad dėl Žemėje vykdytų branduolinių bandymų ir įvykusių branduolinių avarijų 1953 – 1993 metų laikotarpiu, į aplinką pateko apie 948×10^{15} bekerelių 137 cezio izotopo, o Černobylio avarijos metu į aplinką pateko apie 70×10^{15} bekerelių 137 cezio izotopo. Radionuklidais buvo užteršta maždaug 80 kilometrų zona aplink Fukušima Daiiči branduolinę elektrinę, tačiau didesnio lygio tarša registruota kur kas mažesnėje teritorijoje. Iš 20 kilometrų zonos 2011 m. kovo 11–12 d. buvo evakuoti gyventojai. Iš kai kurių kitų zonų irgi buvo evakuoti gyventojai, arba taikytos kitos gyventojų apsaugos priemonės. Dabar, praėjus penkeriems metams po avarijos, plotų, kuriuose neleidžiama lankytis ar nuolat gyventi, gerokai sumažėjo. Šiuose jonizuojančiosios spinduliuotės lygis sumažėjo dėl natūralaus radionuklidų irimo ir dėl teritorijos dezaktyvavimo.

Nežymūs radioaktyviųjų teršalų kiekiai buvo stebėti visame pasaulyje, tačiau avarija tarptautinio mąsto nepasiekė, tai yra kitose šalyse apsaugomųjų veiksmų, siekiant apsaugoti gyventojus nuo žalingo jonizuojančiosios spinduliuotės poveikio, imtis nereikėjo.

Ši avarija nulenė nei vieno mirties atvejo dėl jonizuojančiosios spinduliuotės poveikio. Didžiausia nulemta avarijos efektinė apšvitos dozė gyventojams buvo įvertinta 25 milisivertais (mSv), vidutinė – 0,8 mSv. 2011 m. iš 23 tūkst. žmonių, dalyvavusių avarijos likvidavime 174 gavo efektinę apšvitos dozę didesnę nei 100 mSv, o 6 – didesnę nei 250 mSv. Tokios apšvitos dozės nėra labai pavojingos, tačiau didesnė nei 100 mSv efektinė apšvitos dozė gali nulemti padidėjusią riziką susirgti vėžiu⁸.

Pastaruoju metu padėtis Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje stabilizuota – užtikrinamas branduolinio kuro aušinimas, tvarkoma aplinka ir sugriauti pastatai, tvarkomos radioaktyviosios atliekos, pasitelkiant robotus

ir kitus įrenginius tiriama situacija energijos blokuose, sprendžiama radionuklidais užteršto vandens prasiskverbimo iš pastatų problema – vanduo yra naudojamas reaktorių šerdžių fragmentams aušinti, tačiau dėl apsauginių gaubtų nesandarumų užterštas vanduo pilasi į apatinius pastatų aukštus iš kur patenka į gruntinius vandenį, o su jais - į jūrą. Taip pat ir gruntiniai vandenys skverbiasi į pastatų vidų. Kol kas dėl didelio jonizuojančiosios spinduliuotės lygio suremontuoti apsauginių gaubtų nėra galimybių. Didelis pasiekimas buvo panaudoto branduolinio kuro pašalinimas iš 4-ojo energijos bloko panaudoto branduolinio kuro išlaikymo baseino - jis pabaigtas 2014 m. pabaigoje. Rengiamasi pašalinti branduolinį kurą iš kitų trijų energijos blokų panaudoto branduolinio kuro išlaikymo baseinų – pašalintos sugadintos konstrukcijos ir griuvenos, statomi specialūs antstatai. Vėliau bus bandoma pašalinti suirusio branduolinio kuro fragmentus – planuojama, kad šie darbai prasidės 2021 m.

Avarijos priežastys

Pagrindinė šios katastrofos priežastis – projektuojant Fukušima Daiiči branduolinę elektrinę buvo laikoma, kad aukščiausia cunamio banga jos aplinkoje gali būti maždaug 3,1 metrų aukščio⁹. Tuo tarpu bangolaužio aukštis ties 1-4 energijos blokais buvo tik 5,5 metrų, pakrantės siurblinės pastatytos 4 metrų lygyje, o kiti elektrinės 1-4 energijos blokų pastatai pastatyti maždaug 10 metrų lygyje. Taip pat katastrofa atskleidė tai, kad numatytos avarijų valdymo priemonės nebuvo pakankamos.

Po avarijos: išmoktos pamokos

Pasaulis iškart sureagavo į avariją Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje. Branduolines elektrines eksploatuojančiosios organizacijos ir branduolinę saugą prižiūrinčios institucijos iškart pradėjo vertinti savo objektų saugos būklę, planuoti ir įgyvendinti koreguojančias priemones. Kilo daug nacionalinių ir tarptautinių iniciatyvų atlikti papildomus saugos vertinimus ir nustatyti koreguojančias priemones, atsižvelgiant į šios avarijos priežastis ir padarinius, iš kurių Lietuvai svarbiausi buvo Europos Sąjungoje inicijuoti vadinamieji „streso testai“. VATESI aktyviai dalyvavo „streso testų“ veikloje. Šis papildomas saugos vertinimas buvo atliktas ir galutinai sustabdytoje Ignalinos atominėje elektrinėje, įskaitant ir panaudoto branduolinio kuro saugyklas. Atsižvelgdama į Ignalinos atominėje elektrinėje atliktų „streso testų“ rezultatus ir išvadas, VATESI parengė ir patvirtino Branduolinės saugos gerinimo, įvertinus įgytą patirtį po avarijos Japonijos Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje, planą.

Ignalinos atominės elektrinės galutinės „streso testų“ ataskaitos rezultatai parodė, kad įmonėje, net ir esant itin nepalankioms sąlygoms – įvykus žemės drebėjimui, užtvindymui, ilgam laikui praradus elektros energijos tiekimą, ilgam laikui sutrikus panaudoto branduolinio kuro aušinimui – yra numatytos reikiamos techninės ir organizacinės priemonės valdyti susidariusią situaciją, siekiant maksimaliai apsaugoti žmones ir aplinką nuo žalingo jonizuojančios spinduliuotės poveikio: papildomas vandens padavimas į reaktoriaus technologinius kanalus ir panaudoto branduolinio kuro išlaikymo baseinus, elektros padavimas nuo mobiliųjų dyzelinių elektros generatorių 1-ojo ir 2-ojo energijos blokų pagrindines bei rezervines valdymo patalpas bei kitas sistemas, reikalingas stebėti saugai svarbius parametrus (pavyzdžiui, vandens temperatūrą ir lygį 2-ojo bloko reaktoriuje bei panaudoto branduolinio kuro išlaikymo baseinuose) ir valdyti avarines situacijas.

VATESI specialistai analizuoja visą prieinamą informaciją apie avariją Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje ir jos padarinius bei sistemingai prižiūri, kad Lietuvoje visuose branduoliniuose įrenginiuose – ar tai būtų

branduolinė elektrinė, ar branduolinio kuro saugykla, ar radioaktyviųjų atliekų įrenginys – būtų užtikrinamas nuolatinis saugos gerinimo procesas, o tuo pačiu ir kuo aukštesnis saugos lygis, atitinkantis TATENA ir Europos Sąjungos saugos reikalavimus.

TATENA parengtą informaciją apie avariją Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje galima rasti leidinyje anglų klb. „Fukušima Daiiči avarija. Generalinio direktoriaus ataskaita“ adresu: <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10962/The-Fukushima-Daiichi-Accident>.

Papildymai ir paaiškinimai:

¹ - Sustabdytus branduolinius reaktorius būtina aušinti, nes dėl juose esančių radionuklidų radioaktyviojo skilimo išsiskiria šiluma. Ką tik sustabdyto reaktoriaus galia yra lygi maždaug 6 procentams reaktoriaus šiluminės galios, kuria jis veikė stabdymo momentu, tačiau ši galia sparčiai mažėja.

² - Daugelis ypač iš JAV kilusių technologijų branduolinių elektrinių yra įsidiegę vadinamus Sunkiųjų avarijų valdymo vadovus (SAMG – angl. *Severe Accident Management Guidelines*), taip pat papildomą įrangą valdyti avarijoms, kurių metu susilydo reaktoriaus šerdis. Tokie vadovai buvo įdiegti ir Fukušima Daiiči branduolinėje elektrinėje.

³ – iš viso buvo stebėti 779 pakartotiniai seisminiai smūgiai (angl. *aftershocks*), iš kurių stipriausias įvyko tą pačią 2011 m. kovo 11 d. 15:15 Japonijos laiku. 6 iš pakartotinių seisminių smūgių buvo 7.0 magnitudės ir stipresni, 102 - 6.0 magnitudės ir stipresni.

⁴ - vandenilis branduolinių avarijų branduolinėse elektrinėse metu gali susidaryti cirkoniui, iš kurio yra gaminami branduolinio kuro apvaskalėliai, aukštoje temperatūroje reaguojant su vandens garais.

⁵ - panaudoto branduolinio kuro išlaikymo baseinas (pripildytas vandeniu) branduolinėse elektrinėse yra šalia branduolinio reaktoriaus. Jis yra naudojamas panaudoto kuro rinklių laikinam saugojimui ir reaktoriaus šerdies perkrovimui.

⁶ - iš viso Fukušima Daiiči branduolinės elektrinės aikštelėje buvo 13 stacionarių dyzelinių elektros energijos generatorių, iš kurių 12 buvo dėl užtvindymo.

⁷ – ši ir kitos sąvokos, susijusios su radiacine sauga, vartojamos kaip Lietuvos higienos normoje HN 73:2001 „Pagrindinės radiacinės saugos normos“.

⁸ - palyginimui, vidutinė metinė efektinė apšvitos dozė, kurią gauna vidutinis Lietuvos gyventojas dėl gamtinės ir dirbtinės apšvitos, Radiacinės saugos centro duomenimis yra lygi 2,63 mSv (<http://www.rsc.lt/index.php/pageid/746>). Vidutinio JAV gyventojų vidutinė efektinė apšvitos dozė vertinama 6,2 mSv, atskirais atvejais gyventojų įprastai gaunamos apšvitos dozės gali būti 10 ir daugiau mSv per metus. Daugelyje šalių, įskaitant Lietuvą, didžiausia leistina efektinė apšvitos dozė asmeniui, dalyvaujančiam likviduojant avariją, jei nereikia gelbėti žmogaus gyvybės, yra nustatyta 100 mSv (Lietuvos higienos norma HN 73:2001 „Pagrindinės radiacinės saugos normos“), tačiau, pavyzdžiui JAV ši leistina dozė yra nustatyta 250 mSv.

Jei reikia gelbėti žmogaus gyvybę, didžiausia leistina efektinė apšvitos dozė asmeniui, dalyvaujančiam likviduojant avariją Lietuvoje yra nustatyta 500 mSv.

⁹ - Ši vertė nustatyta pagal istorinius duomenis ir laikyta didžiausiu įmanomu cunamiu regione. Tokio aukščio cunamis, kurį nulėmė žemės drebėjimas Čilėje, stebėtas 1960 m.

Naudojant šią informaciją kitose interneto svetainėse, žiniasklaidos priemonėse ar ją platinant būtina nurodyti šaltinį – Valstybinę atominės energetikos saugos inspekcijos internetinę svetainę.