

Stimuly pre výskum a vývoj

Názov projektu:

Podmienené uvoľňovanie materiálov z vyrad'ovania jadrových zariadení

Druh projektu:

Projekt aplikovaného výskumu

Číslo projektu:

1248/2009

Logo riešiteľa:



Riešiteľ:

DECOM, a.s., Trnava

Spoluriešiteľ:

Fakulta elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave

Doba riešenia

12/2009 – 11/2012

Vytvorenie/udržanie pracovných miest vo výskume a vývoji:

Vytvorenie troch nových pracovných miest

Etapy:

Etapa 1: Rešerš, metodika, scenáre riešenia, vstupné údaje

Etapa 2: Scenáre pre kovové materiály

Etapa 3: Scenáre pre nekovové materiály

Etapa 4: Systematická knižnica scenárov a údajov

Zodpovedný riešiteľ:

Ing. Vladimír Daniška, PhD.

Hlavný cieľ projektu

Všeobecná charakteristika vyradovania jadrových zariadení vo väzbe na možnosti opätovného používania materiálov z vyradovania

Vyradovanie jadrových zariadení z prevádzky je významnou časťou životného cyklu jadrových zariadení. Ide o technicky, finančne a organizačne veľmi náročný proces, ktorý trvá cca 15-50 rokov od ukončenia prevádzky, v závislosti od prijatého variantu vyradovania, od veľkosti jadrového zariadenia a od udalostí v prevádzke jadrového zariadenia s vplyvom na vyradovanie.

Pri vyradovaní jadrových zariadení vzniká veľké množstvo rádioaktívnych, konvenčných a nebezpečných odpadov, ktoré je treba bezpečným spôsobom spracovať, upraviť a uložiť vo finálnych úložiskách rádioaktívnych odpadov, na úložiskách nebezpečných odpadov alebo uvoľniť do životného prostredia. Materiály neobmedzene uvoľnené do životného prostredia podľa príslušnej legislatívy je možné opätovne použiť bez obmedzenia.

Významná časť potenciálne použiteľných materiálov z vyradovania sa z hľadiska ich rádioaktivity nachádza v oblasti blízko limitu pre ich neobmedzené uvoľnenie do životného prostredia. Z hľadiska platnej legislatívy v SR ich nie je možné neobmedzene uvoľniť do životného prostredia a musia sa uložiť vo finálnych úložiskách rádioaktívnych odpadov. Opätovné použitie takýchto materiálov je možné iba pri dodržaní kritérií stanovených legislatívou. Dodržanie kritérií je potrebné dokladovať, čo si vyžaduje zvládnutie náročného procesu výpočtového dokladovania.

Jeden z významných trendov v oblasti vyradovania je podmienené uvoľnenie materiálov z vyradovania jadrových zariadení JZ, čo znamená opätovné použitie týchto materiálov (napr. pretavených ocelí, recyklovaných betónov a pod.) v takých konštrukciách, v ktorých je zaručené, že vlastnosti týchto konštrukcií sa dlhodobo nezmenia v rámci plánovanej doby ich využívania (cca 50 - 100 rokov). Príklady takýchto objektov sú tunely, mostné a cestné konštrukcie, železničné konštrukcie a iné priemyselné konštrukcie. Za týchto podmienok dlhodobého zachovania projektovaných vlastností uvedených konštrukcií je možné analyzovať vplyv podmienene uvoľnených materiálov, použitých v takýchto konštrukciách, na obyvateľstvo a na životné prostredie, pri rešpektovaní všeobecných zásad odporúčaných medzinárodnými organizáciami pre túto oblasť. Uvedené materiály je možné opätovne použiť aj v jadrovej energetike.

Spracovanie a finálne ukladanie rádioaktívnych odpadov je finančne náročné a uvedená časť materiálov, ktorá sa nachádza v blízkosti limitu pre nepodmienené uvoľnenie do životného prostredia, môže význame ovplyvniť celkové náklady na vyradovanie. V Slovenskej republike, vzhľadom na vyradovanie jadrovej elektrárne A1 a na pripravovanú hlavnú etapu vyradovania jadrovej elektrárne V1, je toto aktuálna téma.

Metodika pre oblasť podmieneného uvoľňovania materiálov z vyradovania jadrových zariadení bola prezentovaná a diskutovaná v dokumentoch medzinárodných organizácii ako je Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu so sídlom vo Viedni, OECD/NEA, Európska komisia, vládne organizácie pre jadrovú energetiku v USA a ďalšie. Navrhovaný projekt je implementácia odporúčaných metodík vo forme detailného analytického prístupu s cieľom vytvoriť nové konkrétne poznatky, ktoré bude možné použiť pri návrhu projektov priemyselných aplikácií a aplikácií v jadrovej energetike s využitím podmienene uvoľnených materiálov z vyradovania jadrových zariadení.

Doterajšie skúsenosti riešiteľa v predmetnej oblasti

Projekt je založený na doterajších skúsenostiach DECOM, a.s. v oblasti stanovovania a optimalizácie parametrov vyradovania jadrových zariadení z prevádzky, nakladania s rádioaktívnymi odpadmi, vyhoretým jadrovým palivom na Slovensku a v zahraničí v celosvetovom meradle. DECOM, a.s. je zapojený do medzinárodných projektov Európskej Komisie, MAAE a OECD/NEA, pracovníci DECOM, a.s. sa zúčastňujú expertných misií MAAE. Na pracovisku bol vyvinutý pokročilý výpočtový prostriedok OMEGA so softvérovým riešením pre stanovovanie a optimalizáciu parametrov vyradovania jadrových zariadení z prevádzky, boli vypracované kľúčové dokumenty pre vyradovanie jadrových zariadení z prevádzky a dokumenty pre nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi a s vyhoretým jadrovým palivom na Slovensku a v ďalších krajinách Strednej Európy. Výpočtový prostriedok OMEGA spolu s inventárnymi databázami jadrových zariadení je použitý v riešení projektu.

Hlavné ciele projektu

Projekt rieši návrh, výskum a vývoj modelových scenárov spolu s príslušnými rádiologickými a ďalšími parametrami pre opätovné použitie podmienene uvoľnených materiálov z vyradovania jadrových zariadení z prevádzky. Je analyzované použitie týchto materiálov v stavebných, dopravných a iných priemyselných konštrukciách s dlhodobým určením alebo opätovne v jadrovom sektore. V modelových scenároch je analyzovaný vplyv na personál, ktorý realizuje navrhované scenáre a vplyv na obyvateľstvo, vyplývajúci z dlhodobého cieľového umiestnenia podmienene uvoľnených materiálov.

Pri tvorbe scenárov použitia podmienene uvoľnených materiálov v analyzovaných typoch konštrukcií sú brané do úvahy rôzne druhy kovových materiálov a recyklovaných stavebných materiálov z vyradovania jadrových zariadení z prevádzky a rôzne rádionuklidové zloženia pre jednotlivé druhy materiálov.

Produktom systematickej analýzy je súbor modelových scenárov a parametrov scenárov, ktoré súvisia so spôsobom zabudovania podmienene uvoľnených materiálov do analyzovaných konštrukcií a súbor rádiologických parametrov podmienene uvoľnených materiálov, ktoré bude možné použiť pri návrhu konkrétnych realizačných projektov s takýmito materiálmi.

Popis čiastkových cieľov projektu podľa etáp

Etapa 1:

Rešerš súčasnej situácie v oblasti podmieneného uvoľňovania materiálov, vypracovanie metodiky pre systematickú analýzu, vypracovanie rozsahu scenárov pre modelovanie podmienene uvoľnených materiálov, identifikácia vstupných údajov pre modely.

Etapa 2:

Pre každý scenár s kovovými materiálmi: vypracovanie detailného postupu pre dosiahnutie cieľového stavu pre daný scenár, modelovanie čiastkových činností pre dosiahnutie cieľového stavu, modelovanie cieľového stavu pre použitie podmienene uvoľnených kovových materiálov, výpočet zdrojových členov materiálov, výpočet parametrov ožiarenia personálu, ktorý vykonáva navrhované činnosti a výpočet parametrov ožiarenia obyvateľstva.

Etapa 3:

Pre každý scenár s nekovovými materiálmi: vypracovanie detailného postupu pre dosiahnutie cieľového stavu pre daný scenár, modelovanie čiastkových činností pre dosiahnutie cieľového stavu, modelovanie cieľového stavu pre použitie podmienene uvoľnených nekovových materiálov, výpočet zdrojových členov materiálov, výpočet parametrov ožiarenia personálu, ktorý vykonáva navrhované činnosti a výpočet parametrov ožiarenia obyvateľstva.

Etapa 4:

Zostava systematickej knižnice scenárov s údajmi o zdrojových členoch, o činnostiach vedúcich k dosiahnutiu cieľového stavu, údajmi o cieľovom stave počas doby trvania

scenára a po ukončení scenára. Vypracovanie postupu pre implementáciu vytvorených údajov výskumu a vývoja v konkrétnych aplikáciách.

Plánované financie

Náklady projektu, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2012
Bežné náklady spolu	1 240 228	62 380	397 828	396 624	383 396
Kapitálové výdavky	49 000	0	49 000	0	0
Požadovaná výška dotácie pre projekt	1 289 228	62 380	446 828	396 624	383 396
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	342 000	10 000	102 000	115 000	115 000
Sumárny rozpočet projektu	1 631 228	72 380	548 828	511 624	498 396

Rozdelenie financií medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľa

Náklady projektu - riešiteľ, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2012
Bežné náklady spolu	980 422	58 766	312 833	310 423	298 400
Kapitálové výdavky	33 000	0	33 000	0	0
Požadovaná výška dotácie pre projekt	1 013 422	58 766	345 833	310 423	298 400
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	342 000	10 000	102 000	115 000	115 000
Sumárny rozpočet riešiteľa	1 355 422	68 766	447 833	425 423	413 400

Náklady projektu - spoluriešiteľ, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2012
Bežné náklady spolu	259 806	3 614	84 995	86 201	84 996
Kapitálové výdavky	16 000	0	16 000	0	0
Požadovaná výška dotácie pre projekt	275 806	3 614	100 995	86 201	84 996
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	0	0	0	0	0
Sumárny rozpočet spoluriešiteľa	275 806	3 614	100 995	86 201	84 996

Časový harmonogram projektu

Názov etapy	Začiatok	Koniec
1 - Rešerš, metodika, scenáre riešenia, vstupné údaje	12/2009	10/2010
2 - Scenáre pre kovové materiály	11/2010	10/2011
3 - Scenáre pre nekovové materiály	11/2011	06/2012
4 - Systematická knižnica scenárov a údajov	07/2012	11/2012

Čerpané financie

Náklady projektu, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2012
Bežné náklady spolu	1 234 440	62 380	394 707	393 957	383 396
Kapitálové výdavky	49 000	0	49 000	0	0
Požadovaná výška dotácie pre projekt	1 283 440	62 380	443 707	393 957	383 396
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	395 130	29 439	135 691	115 000	115 000
Sumárny rozpočet projektu	1 678 570	91 819	579 398	508 957	498 396

Rozdelenie financií medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľa

Náklady projektu - riešiteľ, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2012
Bežné náklady spolu	975 018	58 766	310 096	307 756	298 400
Kapitálové výdavky	33 000	0	33 000	0	0
Požadovaná výška dotácie pre projekt	1 008 018	58 766	343 096	307 756	298 400
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	395 130	29 439	135 691	115 000	115 000
Sumárny rozpočet riešiteľa	1 403 148	88 205	478 787	422 756	413 400

Náklady projektu - spoluriešiteľ, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2012
Bežné náklady spolu	259 422	3 614	84 611	86 201	84 996
Kapitálové výdavky	16 000	0	16 000	0	0
Požadovaná výška dotácie pre projekt	275 422	3 614	100 611	86 201	84 996
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa	0	0	0	0	0
Sumárny rozpočet spoluriešiteľa	275 422	3 614	100 611	86 201	84 996

Plánované výstupy riešenia

Cieľom projektu je návrh, výskum, vývoj a systematická analýza parametrov jednotlivých scenárov použitia podmienene uvoľnených. Do riešenia sú zahrnuté súvisiace legislatívne aspekty a aspekty vplyvu na životné prostredie. Nové poznatky obsahujú:

- údaje o materiáloch z vyradovania, typy materiálov a ich rádiologické údaje;
- detailné scenáre nakladania s podmienene uvoľnenými materiálmi, spôsob realizácie scenárov, dlhodobé vlastnosti scenárov vrátane ich prevádzky, vlastnosti použitých podmienene uvoľnených materiálov na konci plánovanej životnosti scenárov;
- údaje o ožiarení personálu, ktorý nakladá s podmienene uvoľnenými materiálmi v rámci realizácie cieľových scenárov;
- údaje o ožiarení personálu v rámci prevádzky jednotlivých scenárov;

- údaje o ožiarení obyvateľstva v jednotlivých scenároch použitia podmienene uvoľnených materiálov, vrátane vplyvu vyplývajúceho z migrácie rádionuklidov z jednotlivých scenárov do životného prostredia.

Hlavným výstupom riešenia sú nové poznatky zostavené vo forme systematickej knižnice údajov podľa jednotlivých typov scenárov použitia podmienene uvoľnených materiálov. Knižnica má charakter katalógových riešení spolu s údajmi, ktoré budú použiteľné v riešeniach pre projekty súvisiace s vyradovaním jadrových zariadení.

Projekt prispel k vzdelávaniu v oblasti jadrovej energetiky. V rámci spolupráce s Fakultou elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave (spoluriešiteľská organizácia v projekte), bolo v posledných desiatich rokoch do začiatku riešeného projektu obhájených osem dizertačných prác z oblasti vyradovania a mnohé diplomové a bakalárske práce. Niektoré čiastkové riešenia projektu sú predmetom troch dizertačných prác. Na riešenie projektu nadväzovali aj ďalšie diplomové a bakalárske práce.

V spoločenskej oblasti projekt prispeje k dokladovaniu, že aj posledná etapa životného cyklu jadrových elektrární, ktorou je ich vyradovanie a nakladanie s materiálmi z vyradovania je vykonateľná bezpečne vzhľadom na obyvateľstvo a životné prostredie a ekonomicky.

Predpokladané využitie výsledkov

Výsledky riešenia projektu budú použiteľné v nadväznosti na vyradovania jadrových zariadení z prevádzky pri návrhu riešení pre opätovné použitie podmienene uvoľnitelných materiálov z vyradovania. Opätovným využitím materiálov, ktoré by inak boli nenávratne vylúčené z recyklácie, sa vylepší ekonomická bilancia procesov vyradovania jadrových zariadení z prevádzky.

Potenciálne recyklovateľné materiály, ktoré sú v súčasnosti ukladané v úložiskách rádioaktívnych odpadov ako rádioaktívny odpad, musia byť v konečnom dôsledku nahradzané novo vyrobenými materiálmi. Cieľom projektu CONRELMAT je vytvoriť podmienky pre možnosť recyklácie takýchto materiálov.

Riešením projektu sa rozšírila vedomostná základňa v jadrovej energetike, vznikli nové poznatky a metodiky, ktoré budú použiteľné pre aj pre ďalšie riešenia v jadrovej energetike a pre projekty súvisiace s vyradovaním JZ.

Vytvorené nové poznatky budú použiteľné aj medzinárodnom rozsahu. Vytvoria sa podmienky pre rozšírenie možnosti spolupráce s medzinárodnými organizáciami ako

je MAAE, Európska Komisia, OECD/NEA a s inými organizáciami a firmami pôsobiacimi v oblasti vyradovania jadrových zariadení z prevádzky a nakladania s rádioaktívnymi odpadmi a s materiálmi z vyradovania.

Hlavné realizované výstupy za rok 2009

Stručná charakteristika riešenia v roku 2009

Realizované výstup za rok 2009 sa vzťahujú na obdobie od začiatku riešenia do 31.3.2010, vzhľadom na krátkosť obdobia riešenia v roku 2009. Hlavným výsledkom v tomto období je vypracovanie metodiky riešenia, nakoľko projekt predstavuje komplexnú úlohu s niekoľkými špecifickými časťami, ktorých riešenie je potrebné zosúladiť. Jednotlivé časti projektu si vyžadujú prácu s viacerými špecifickými výpočtovými kódmi, z ktorých najdôležitejšie sú už spomenutý výpočtový prostriedok OMEGA, VISIPLAN (softvérový nástroj určený pre výpočet externého ožiarenia) a GOLDSIM (softvérový nástroj určený pre dynamické modelovanie systémov). V projekte ide o komplexné riešenie, ktoré je štruktúrované ako súbor vybraných scenárov nakladania s podmienene uvoľnenými materiálmi z vyradovania jadrových zariadení z prevádzky. Pre jednotlivé scenáre riešenia je potrebná koordinácia v nasledovných oblastiach:

- identifikácia podmienene uvoľnených materiálov - tvorba údajov o materiáloch z vyradovania pre rôzne scenáre vyradovania a pre rôzne scenáre nakladania s rádioaktívnymi odpadmi s využitím pokročilého výpočtového prostriedku OMEGA, ktorý generuje údaje o jednotlivých typoch materiálov a údaje o rádioaktivite pre jednotlivé položky podľa inventárnej databázy vyradovaného jadrového zariadenia v rozlíšení podľa individuálnych rádionuklidov;
- zostava detailných scenárov použitia podmienene uvoľnených materiálov - identifikácia jednotlivých krokov pracovného postupu pre dosiahnutie koncových stavov za účelom analýzy ožiarenia personálu, ktorý nakladá s uvedenými materiálmi až do ich použitia v cieľovom scenári;
- modelovanie a analýza činností v procese prípravy scenárov pomocou kódu VISIPLAN za účelom stanovenia ožiarenia personálu;
- analýza koncových stavov scenárov riešenia z hľadiska vplyvu na obyvateľstvo a na personál, ktorý sa vyskytuje v jednotlivých scenároch riešenia počas ich prevádzky; kód GOLDSIM s podporou kódu AMBER (analytický softvér pre riešenie migrácie rádionuklidov) bude používaný na analýzu migrácie rádionuklidov z jednotlivých scenárov do životného prostredia za účelom analýzy ožiarenia obyvateľstva z príjmu rádionuklidov a kód VISIPLAN bude použitý na

analýzu externého ožiarenia obyvateľstva a personálu z konštrukcií jednotlivých scenárov.

Výsledky analýz činností v procese prípravy scenárov a výsledky analýz realizovaných jednotlivých scenárov pomocou kódov GOLDSIM a VISIPLAN sú základom pre stanovenie maximálnej koncentrácie rádionuklidov v podmienene uvoľnených materiáloch, čo je vstupný údaj pre výpočet použiteľného množstva týchto materiálov z vyradovania konkrétneho jadrového zariadenia, ako výsledok výpočtu materiálových parametrov vyradovania vo výpočtovom prostriedku OMEGA.

Schéma riešenia v rámci projektu

Projekt rieši návrh, výskum a vývoj modelových scenárov používania podmienene uvoľnených materiálov z vyradovania jadrových zariadení z prevádzky a výpočtové stanovenie parametrov jednotlivých scenárov, ktoré budú potrebné pre technické riešenia v budúcich projektoch s použitím podmienene uvoľnených materiálov z vyradovania. Plánované riešenie projektu je štruktúrované podľa jednotlivých scenárov používania podmienene uvoľnených materiálov, pričom jednotlivé scenáre sú riešené ako samostatné celky.

V modelových scenároch je analyzovaný vplyv na personál, ktorý realizuje navrhované scenáre a vplyv modelových scenárov na obyvateľstvo pomocou simulácie migrácie rádionuklidov z cieľového umiestnenia podmienene uvoľnených materiálov z vyradovania do životného prostredia. Vplyv je stanovený výpočtom dávok z externého a interného ožiarenia pre jednotlivé profesie, ktoré realizujú daný scenár a výpočtom dávok pre jedincov z kritických skupín obyvateľstva pre dané scenáre, vyplývajúce z cieľového umiestnenia podmienene uvoľnených materiálov v jednotlivých scenároch.

Pri tvorbe scenárov použitia podmienene uvoľnených materiálov v rôznych typoch stavebných a iných konštrukcií sú brané do úvahy dva základné typy materiálov (oceľ a recyklované betóny), rôzne hmotnostné aktivity týchto materiálov a rôzne rádionuklidové zloženia. Výstupom plánovanej systematickej analýzy v rámci projektu je súbor modelových scenárov, ktoré obsahujú:

- charakteristiky jednotlivých scenárov;
- parametre materiálov vstupujúcich do jednotlivých scenárov;
- parametre čiastkových procesov, ktoré budú potrebné pre realizáciu jednotlivých scenárov;

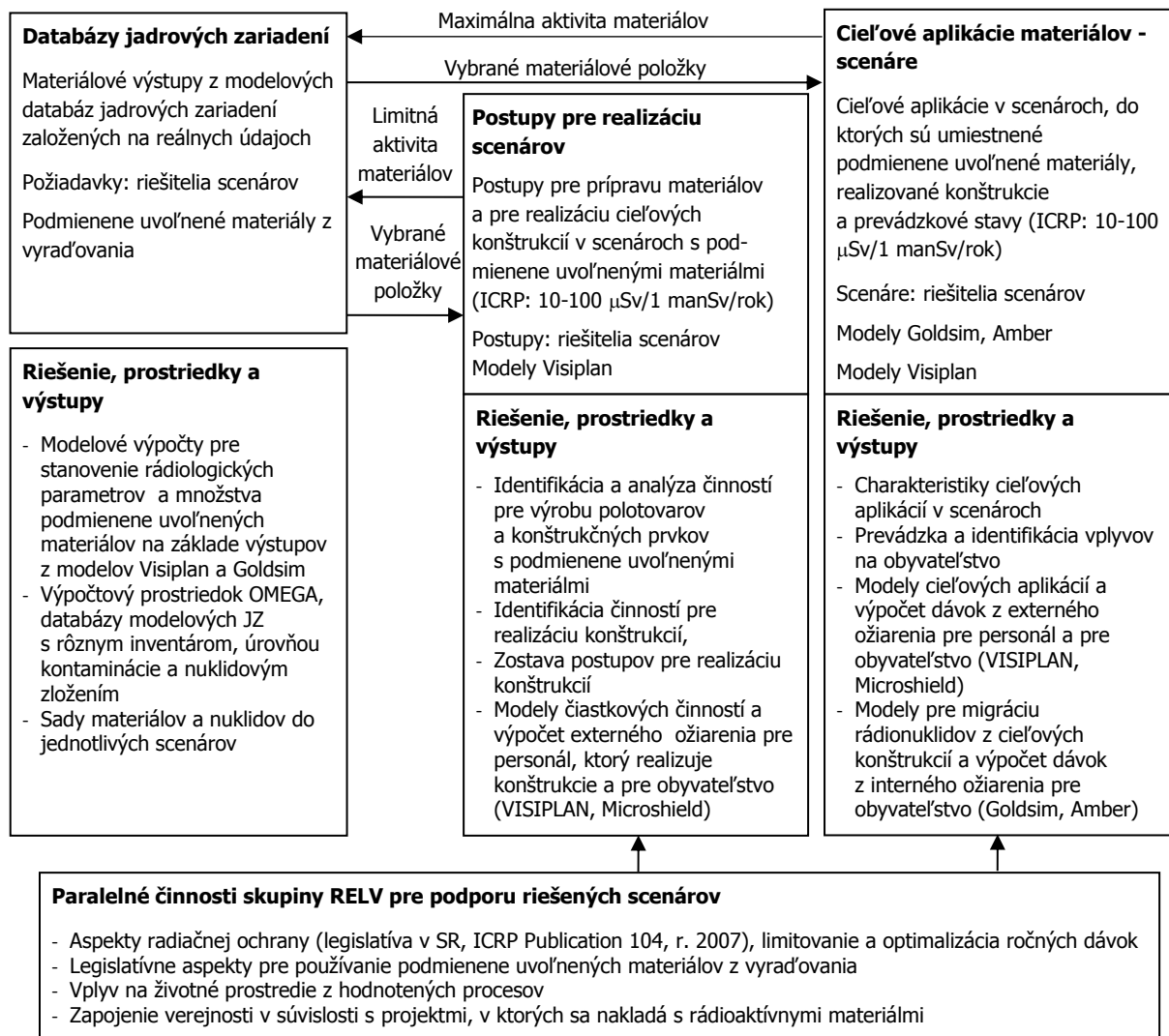
- parametre koncových stavov jednotlivých scenárov z hľadiska ich vplyvu na obyvateľstvo a životné prostredie, ktoré súvisia so spôsobom zabudovania podmienene uvoľnených materiálov do analyzovaných konštrukcií.

Paralelne k riešeniam podľa jednotlivých scenárov budú analyzované všeobecné aspekty, ktoré súvisia s podmieneným uvoľňovaním materiálov z vyradovania jadrových zariadení z prevádzky, ako sú:

- aspekty radiačnej ochrany a súvisiace legislatívne aspekty v rozsahu riešenia súvisiaceho s používaním podmienene uvoľnených materiálov;
- vplyv procesov realizácie koncových stavov pre jednotlivé scenáre a vplyv jednotlivých scenárov na životné prostredie;
- vplyv na životné prostredie z hodnotených procesov;
- zapojenie verejnosti v súvislosti s projektmi v jadrovej energetike, v ktorých sa nakladá s rádioaktívnymi materiálmi.

Predmetom riešenia v projekte sú opätovne použiteľné dominantné materiály z vyradovania (oceľe a betóny). Iné materiály s porovnateľným obsahom rádioaktivity (ako sú napríklad kontaminované zeminy), alebo malé množstvá špecifických materiálov (farebné kovy), nie sú predmetom projektu. Princiálna schéma riešenia projektu so zapracovaním výsledkov z roku 2010 je nasledovná:

Obr. č. 1: Princiálna schéma riešenia v projekte



Legenda:

μSv (mikroSv) – jednotka pre individuálnu efektívnu dávku (10^{-6} Sv)

manSv – jednotka pre kolektívnu efektívnu dávku

RELV – pracovná skupina pre radiačnú ochranu (R), vplyv na životné prostredie (E), legislatívu (L) a pre zapojenie verejnosti (V)

Scenáre riešenia

Scenáre riešenia boli zostavené na základe spôsobov používania podmienene uvoľnených materiálov a dvoch základných typov materiálov (kovy a betóny) nasledovne:

- prefabrikované a monolitné železobetónové mostné konštrukcie;
- tunelové železobetónové konštrukcie;
- cestné konštrukcie - vodorovné konštrukcie a postranné konštrukcie;
- železobetónové časti priemyselných budov a vodných diel;
- železničné konštrukcie;
- všeobecné vonkajšie kovové konštrukcie;
- iné použitia ocelí, vrátane použitia v jadrovom priemysle.

Osobitne sú riešené procesy výroby a prípravy hutníckych výrobkov a polotovarov, ktoré sú používané v jednotlivých scenároch.

Popis prínosov za rok 2009

Hlavným cieľom činností v roku 2009 vrátane obdobia do 31.3.2010 (na začiatku I. etapy riešenia) bolo rozpracovať metodiku riešenia vzhľadom k tomu, že ide o komplexné riešenie s viacerými špecifickými časťami, ktoré je potrebné navzájom zosúladiť. Zároveň bolo potrebné vypracovať postup na zabezpečenie všetkých potrebných softvérov pre riešenie v rámci projektu, vrátane zaškolenia. Uvedené ciele boli splnené - bol vypracovaný postup riešenia, zameranie čiastkových riešení, identifikované vzájomné väzby medzi čiastkovými riešeniami a stanovené zodpovednosti za čiastkové riešenia. Boli podniknuté kroky na zabezpečenie potrebných softvérov, vrátane zaškolenia pracovníkov.

CIELE RIEŠENIA A DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY V ROKU 2010

Ciele riešenia na rok 2010

Predmetom riešenia v roku 2010 bola druhá časť etapy I. a prvá časť etapy II. Ciele pre I. etapu (do 10/2010) boli nasledovné:

- dopracovanie rešerší z predmetnej oblasti: IAEA, OECD/NEA, NUREG (dokumenty dozorného orgánu v USA) a ďalšie,
- realizovať školenia pre prácu v kóde GOLDSIM,
- dopracovať rozsahy jednotlivých scenárov projektu,
- vytvoriť postupy pre tvorbu modelov pre analýzu činností pri tvorbe scenárov,
- vytvoriť postupy pre tvorbu modelov koncových stavov pre scenáre,
- dopracovať inventárne databázy a pripraviť modelové výpočtové prípady.

Ciele pre II. etapu (11/2010 – 10/2011) pre každý scenár s použitím podmienených uvoľnených materiálov boli nasledovné:

- vypracovanie detailných postupov pre dosiahnutie cieľových stavov,
- modelovanie čiastkových činností pre dosiahnutie cieľového stavu,
- modelovanie cieľových stavov,
- výpočet parametrov ožiarenia personálu, ktorý realizuje scenáre,
- výpočet parametrov ožiarenia obyvateľstva,
- výpočet zdrojových členov materiálov podľa inventárnych databáz.

Koncepcia projektu po spresnení riešenia v roku 2010

Koncepcia projektu bola založená na tom, že súčasná legislatíva a taktiež aj medzinárodné odporúčania ICRP (International Commission on Radiological Protection) umožňujú opätovné použitie materiálov, ktoré nespĺňajú úroveň nepodmieneného uvoľnenia, za podmienok, že ich opätovné použitie je viazané na konkrétne riešenie, pre ktoré je dokladované, že vplyv na obyvateľstvo nepresiahne medznú hodnotu individuálnej a kolektívnej efektívnej dávky.

Všeobecne akceptovaná medzná hodnota 10 mikroSv/rok pre individuálnu efektívnu dávku pre nepodmienené uvoľňovanie materiálov predstavuje limit triviálneho vplyvu na jedinca z obyvateľstva, kedy sa netreba zaoberať tým, ako sa nakladá s nepodmieneným uvoľneným materiálom. Podľa záverov ICRP (ICRP Publication 104,

vydaná v roku 2007) pri podmienenom uvoľňovaní materiálov pri ich kontrolovanom použití v konkrétnych aplikáciách je možné uvažovať o medznej hodnote individuálnej efektívnej dávky v rozmedzí 10-100 mikroSv/rok. Súčasne platí medzná hodnota kolektívnej efektívnej dávky 1 man.Sv/rok pre danú aplikáciu.

Konkrétne riešenia s použitím podmienene uvoľnených materiálov vyžadujú značné rozsahy analýz a výpočtov pre dokladovanie individuálnej a kolektívnej efektívnej dávky. Musia byť zahrnuté všetky činnosti od bodu, keď daný materiál opustí kontrolované pásmo jadrového zariadenia, ako sú spracovanie materiálu a výroba polotovarov, všetky činnosti pri realizácii konštrukcií s podmienene uvoľnenými materiálmi, analýza vplyvu na obyvateľstvo z realizovaných konštrukcií a analýza koncového stavu konštrukcií po ukončení ich životnosti. Analyzované musia byť taktiež všetky sprievodné činnosti ako sú transporty, skladovanie a ďalšie.

Pracovný postup v projekte bol identifikácia a komplexná analýza všetkých činností potrebných pre realizáciu konštrukcií s podmienene uvoľnenými materiálmi a všetkých súvisiacich činností a vplyvov s cieľom vytvoriť komplexnú sumu nových poznatkov, ktoré sa budú využívať v budúcich projektoch s využitím podmienene uvoľnených materiálov.

Na základe analýzy postupov (výpočet externého ožiarenia) pre realizáciu cieľových scenárov boli stanovené limitné hodnoty aktivity materiálov podľa jednotlivých rádionuklidov (tzn. uvoľňovacie úrovne), ktoré určujú, ktoré inventárne materiálové položky vyradovaného jadrového zariadenia je možné použiť v danom scenári, ako je znázornené na principiálnej schéme riešenia v projekte uvedenej na Obr. č. 1.

Podobným spôsobom boli analyzované (externé ožiarenie) aj situácie pri prevádzke realizovaných scenárov pre prevádzkový personál a pre obyvateľstvo.

Nezávisle od výpočtu externého ožiarenia sa v každom scenári analyzovala migrácia rádionuklidov, ktorá je spôsobená postupnou degradáciou materiálov cieľových konštrukcií. Súčasťou analýzy bol výpočet interného ožiarenia jedincov z obyvateľstva z príjmu rádionuklidov. Výsledkom, obdobne ako v prvom prípade, bolo stanovenie limitných hodnôt aktivity pre jednotlivé rádionuklidy v materiáloch použiteľných pre scenáre.

Obidva postupy sú navzájom nezávislé. Pre výber materiálových inventárnych položiek sú určujúce prísnejšie aktivitné limity jedného z uvedených prístupov. Pre výber materiálových položiek, na základe odvodených limitných hodnôt aktivity materiálov bol použitý výpočtový prostriedok OMEGA.

Výpočty maximálnych aktivitných koncentrácií sa vykonávali na úrovni jednotlivých rádionuklidov, pričom celková aktivita materiálov (uvoľňovacia úroveň) a nuklidové zloženie vybraných materiálových položiek sa stanovovala váhovaním cez jednotlivé

nuklidy vo forme nuklidového vektora, postupom, aký je bežný pri limitoch prijateľnosti pre úložiská rádioaktívnych odpadov alebo pri nepodmienenom uvoľňovaní materiálov. Riešenie sa môže opakovať v niekoľkých iteračných cykloch.

Dosiahnuté výsledky v roku 2010

Výsledky dosiahnuté v I. etape riešenia (01/2010 - 10/2010):

- Boli dopracované rešerše z predmetnej oblasti. Určujúcim dokumentom pre riešenie ICRP Publication 104, kde sú uvedené odporúčania pre oblasť súvisiacu s podmieneným uvoľňovaním materiálov.
- Boli realizované dvojstupňové školenia pre prácu v kóde GOLDSIM. Prvý stupeň bol realizovaný na Katedre jadrovej fyziky a techniky externým expertom v danej oblasti, druhý stupeň vo firme Quintessa (Anglicko) expertom s dlhoročnou skúsenosťou v oblasti. Súčasťou školenia bola príprava pilotného modelu, ktorý po úpravách bol neskôr použitý v projekte pre jednotlivé scenáre.
- Bol vypracovaný zoznam 15 scenárov, ktoré sa v projekte stali predmetom riešenia. Súčasťou scenárov sa stala výroba hutníckych polotovarov, ktoré sú v ďalšom použité pri realizácii jednotlivých scenárov. Pri výbere scenárov riešenia boli brané do úvahy scenáre, ktoré sa vyznačujú dlhodobou prevádzkou, robustnosťou konštrukcie a podmienené uvoľnené materiály sú umiestnené vo vnútri konštrukcií zhotovených z bežných materiálov („embeded“). V prípade konštrukcií, kde podmienené uvoľnené materiály sa nenachádzajú v uvedených podmienkach, má ísť o konštrukcie s obmedzeným prístupom obyvateľstva, kde je prístup dobre predikovatelný a kontrolovateľný. Scenáre boli zostavené ako typové riešenia. Počet scenárov vybraných pre riešenie je limitovaný aj počtom modelov, ktoré bolo potrebné vytvoriť v rámci riešenia, najmä modelov v prostredí VISIPLAN.
- Bol vypracovaný všeobecný postup pre tvorbu modelov. Nevyhnutným prvým krokom bolo zhromaždenie dostatočného rozsahu informácií o činnostiach, ktoré boli predmetom jednotlivých scenárov. Potrebné informácie predstavujú dostatočne podrobný zoznam jednotlivých činností v danom scenári, priestorové usporiadania v scenáre, materiály a rádionuklidové zloženie podmienené uvoľnených materiálov, doby trvania činností, počty personálu, hranice pre prístup nezainteresovaného obyvateľstva a pod. Špecifické údaje pre modely boli získané najmä v spolupráci s externými odborníkmi z predmetných oblastí. Na základe rozsahu scenárov bol vytvorený zoznam modelov pre modelovanie v prostredí VISIPLAN, pričom každý model bol špecifický a použiteľný pre scenár, pre ktorý bol vytvorený.

- Boli vypracované postupy pre tvorbu modelov koncových stavov pre scenáre. Termínom koncové stavy sa rozumejú dlhodobé konštrukcie realizované s použitím podmienene uvoľnených materiálov. Modely pre konštrukcie boli v prostredí GOLDSIM konzervatívne upravené do koncepcných modelov, ktoré sa používali na analýzu migrácie rádionuklidov z realizovaných konštrukcií v priebehu ich prevádzky a po ukončení ich prevádzky. Výber modelov GOLDSIM bol urobený na základe analýzy koncových stavov scenárov. Vstupné údaje pre modely, ktoré boli špecifické pre jednotlivé scenáre, ako sú rozmery, materiály, rádionuklidové zloženie podmienene uvoľnených materiálov, umiestnenie v horninovom prostredí sa preberali z jednotlivých scenárov. Špecifické údaje pre modely boli získané z dostupných zdrojov a najmä v spolupráci s externými odborníkmi.
- Boli dopracované inventárne databázy na základe dostupných údajov pre jadrové elektrárne v SR a boli pripravené výpočtové modelové prípady. Výpočtový prostriedok OMEGA v časti pre riadenie materiálového a aktivného toku v procese vyradovania bol doplnený o vetvy pre modelovanie podmieneného vyradovania.

Dosiahnuté výsledky sú uvedené v podrobnej správe k riešeniu za rok 2010. Dokumentácia k jednotlivým scenárom obsahuje nasledovné časti:

- Charakteristika scenáru
- Výroba a skladovanie prvkov a komponentov pre jednotlivé scenáre
- Transport a skladovanie polotovarov, prvkov a komponentov
- Realizácia konštrukcií pre jednotlivé scenáre
- Prevádzka, údržba a situačné scenáre pre obyvateľstvo
- Degradácia konštrukcií, migrácia rádionuklidov a vplyv na obyvateľstvo
- Koncový stav konštrukcií, ukončenie scenára a dlhodobý vplyv na obyvateľstvo

Rozsah hore uvedených bodov je prispôsobený pre jednotlivé scenáre. Špecifickú štruktúru má scenár pre výrobu hutníckych polotovarov a komponentov z podmienene uvoľnenej ocele.

Výsledky dosiahnuté v II. etape riešenia (11/2010 – 12/2010)

V hodnotenom období sa začala II. etapa riešenia (celkovo 2 mesiace v roku 2010), ktorej predmetom pre každý scenár bolo vypracovanie detailného postupu pre dosiahnutie cieľového stavu pre daný scenár, modelovanie čiastkových činností pre dosiahnutie cieľového stavu, modelovanie cieľového stavu pre použitie podmienene uvoľnených kovových materiálov, výpočet parametrov ožiarenia personálu, ktorý vykonáva navrhované činnosti, výpočet parametrov ožiarenia obyvateľstva a výpočet zdrojových členov materiálov.

V tejto časti sa v prvom kroku vykonali činnosti potrebné pre získanie detailných informácií pre riešenia v jednotlivých projektoch. Informácie sa získali od špecializovaných organizácií so skúsenosťami v predmetných oblastiach. Získané informácie sa v ďalšom použili pri vypracovaní detailných postupov v scenároch a analýze činností v scenároch. Jednotlivé scenáre boli v rôznej úrovni rozpracovanosti v závislosti od získaných informácií - šesť scenárov bolo rozpracovaných podrobne, pre ostatné bol vypracovaný postup. V riešení etapy sa pokračovalo v roku 2011.

Dosiahnuté výsledky sú uvedené v podrobnej správe k riešeniu za rok 2010.

Publikačná činnosť

V rámci riešenia projektu CONRELMAT boli v období rokov 2009 a 2010 publikované nasledovné výstupy:

- Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch - 2x;
- Vedecké práce v domácich nekarentovaných časopisoch - 5x;
- Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách - 8x;
- Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách - 8x;
- Práce zverejnené na internete - 2x.

Dosiahnuté výsledky v roku 2011

Výsledky dosiahnuté v pokračovaní II. etapy riešenia (1/2011 – 12/2011)

II. etapa bola riešená v plánovanom rozsahu scenárov opätovného použitia podmienene uvoľnených materiálov, ktorý bol navrhnutý v roku 2010. Pre riešené scenáre boli získané kvalifikované informácie od odborníkov v predmetných oblastiach. Získané informácie boli použité pre podrobné zostavy scenárov.

S ohľadom na špecifické problémy so zapojením odborníkov súvisiace s jadrovou tematikou pre časť scenárov boli vstupné informácie získané až ku koncu roku 2011. Pre jeden scenár boli vstupné informácie nateraz získané z verejných zdrojov na internete a boli doplnené kvalifikovanými informáciami začiatkom roka 2012. Bol dodržaný postup riešenia v jednotlivých scenároch podľa predpokladov stanovených v riešení v roku 2010. Na základe získaných vstupných informácií bol vypracovaný vnútorný obsah scenárov potrebný pre analýzu externého a interného ožiarenia. Pri scenároch, pre ktoré boli vstupné informácie získané koncom roka 2011, boli neskôr zostávajúce detaily doriešené v rámci III. etapy riešenia, kde bol plánovaný predmet riešenia ukončený v roku 2011, čím sa uvoľnili riešiteľské kapacity.

Na základe informácií získaných v rámci získavania kvalifikovaných vstupných údajov pre jednotlivé scenáre boli navrhnuté rozšírenia pre niektoré scenáre s kovovými materiálmi. Rozšírenie riešenia súvisí najmä z aplikáciami podmienene uvoľnenej ocele v kontrolovaných pásmach jadrových zariadení, ktoré je orientované na podmienky v jadrovej energetike v SR. Boli navrhnuté riešenia, ktoré v rámci scenárov výroby niektorých polotovarov z kovových materiálov predpokladajú výrobu časti konštrukčných prvkov z podmienene uvoľnenej ocele v kontrolovaných pásmach jadrových zariadení, čo má významný vplyv z hľadiska limitov ožiarenia jednotlivcov.

Práca v paralelných pracovných skupinách vo väzbe na všetky scenáre riešenia pokračovala podľa predpokladov. V rámci modelovania v prostredí VISIPLAN boli vypracované základné výpočtové modely (celkovo 107), ktoré sú po čiastkových úpravách používané v jednotlivých scenároch. Pre vybrané scenáre boli v plnom rozsahu realizované pilotné výpočty. S ohľadom na časovú náročnosť tvorby modelov v prostredí VISIPLAN je externé ožiarenie v časti scenárov riešené s použitím modelov v prostredí Microshield.

Pre riešenie v prostredí GOLDSIM bol vypracovaný univerzálny model s viacerými modulmi, ktorý sa používa pre všetky scenáre s kovovými aj nekovovými podmienene uvoľnenými materiálmi. Neoddeliteľnou súčasťou práce v modelovaní GOLDSIM je zhromažďovanie a analýza údajov pre jednotlivé časti modelu, ktoré sú potrebné pre správne funkcie modelu. Ide najmä o údaje pre migráciu rádionuklidov v rôznych prostrediach a údaje pre korózne procesy.

Boli doriešené nástroje pre stanovovanie množstiev podmienene uvoľniteľného materiálu podľa požiadaviek scenárov - špecifický modul vo výpočtovom prostriedku OMEGA, bola vykonaná analýza množstiev podmienene uvoľniteľných materiálov podľa modelových databáz jadrových zariadení.

Legislatívny rámec súvisiaci s podmienene uvoľnenými materiálmi bol prepracovaný vo vybraných častiach v súvislosti s novými medzinárodnými dokumentmi a doplnený

o komplexné numerické porovnanie s údajmi prezentovanými medzinárodnými organizáciami.

V oblasti vplyvu na životné prostredie boli vypracované podklady pre referenčné porovnanie s prípadom štandardnej výroby ocelí (bez recyklácie ocelí), to znamená, aký môže byť vplyv na životné prostredie, ak by oceľ použitá v hodnotených scenároch bola vyrobená zo surovín z ťažby. Začali sa práce na analýze vnímania jadrových činností verejnosťou, ktoré súvisia s riešeným projektom.

Dosiahnuté výsledky sú uvedené v podrobnej správe k riešeniu za rok 2011.

Výsledky dosiahnuté v začatej III. etape riešenia (11/2011 – 12/2011)

Predmet riešenia III. etapy (nekovové podmienene uvoľnené materiály) bol vyriešený v roku 2011 paralelne s úlohami pre II. etapu riešenia. Postup riešenia v rámci scenárov je jednotný pre všetky scenáre a je uvedený v časti za II. etapu riešenia vrátane prác v paralelných pracovných skupinách. Uvoľnené riešiteľské kapacity pre pokračovanie III. etapy riešenia plánované na rok 2012 boli neskôr použité pre doriešenie scenárov pre kovové podmienene uvoľnené materiály a na rozšírené časti scenárov s týmito materiálmi. Dosiahnuté výsledky sú uvedené v podrobnej správe k riešeniu za rok 2011.

Publikačná činnosť

V rámci riešenia projektu CONRELMAT boli v roku 2011 dosiahnuté nasledovné výstupy:

- Vedecké práce publikované v zahraničných karentovaných časopisoch - 1x;
- Vedecké práce publikované v zahraničných nekarentovaných časopisoch - 1x
- Vedecké práce publikované v domácich nekarentovaných časopisoch - 4x;
- Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách - 3x;
- Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách - 11x;
- Príspevky prijaté na zahraničné vedecké konferencie - 10x;
- Práce zverejnené na internete - 1x;
- Obhájené dizertačné práce - 1x;
- Bakalárske práce - 2x;
- Diplomové projekty 1 a 2 - 3x.

Dosiahnuté výsledky v roku 2012

Plánované ciele projektu v hodnotenom období

III. Etapa (10/2011-05/2012) - scenáre pre nekovové materiály:

- Dopracovanie scenárov podľa pôvodného rozsahu scenárov a pre rozšírené použitie v kontrolovaných pásmach jadrových zariadení;
- Dopracovanie úloh v paralelných pracovných skupinách v pôvodnom a v rozšírenom rozsahu.

IV. Etapa (6/2012-11/2012) - Vypracovanie systematickej knižnice údajov pre budúce projekty s využitím podmienene uvoľnených materiálov

- Vypracovanie systematizovaných výsledkov k riešeným scenárom;
- Vypracovanie súboru zovšeobecnených poznatkov pre budúce projekty s využitím podmienene uvoľnených materiálov.

Ťažiskové práce v roku 2012

- Dopracovanie jednotlivých scenárov; rozsah scenárov bol zachovaný; obsah scenárov bol upravený - rozšírený alebo redukovaný, na základe odporúčaní oponentskej rady z roku 2011;
- Pokračovanie v aplikácii modelu GOLDSIM v scenároch; vypracovanie metód verifikácie a validácie výpočtových postupov za účelom zvýšenia presnosti analýz;
- Pokračujúce modelovanie vo VISIPLAN pre scenáre; rozsah hodnotenia pre jednotlivé scenáre bol upravený podľa upraveného rozsahu scenárov, priorít pre hodnotenie a riešiteľských kapacít;
- Rozšírené vyhodnotenie expozičných ciest v scenároch; doplnenie expozičných ciest iných ako hodnotených v GOLDSIM a VISIPLAN
- Analýza množstiev podmienene uvoľnených materiálov vo výpočtovom prostriedku OMEGA s použitím podrobných inventárnych databáz; ekonomické analýzy variantov nakladania s rádioaktívnymi odpadmi a materiálmi z vyradovania jadrových zariadení z prevádzky so zahrnutím podmieneného uvoľňovania materiálov z vyradovania;
- Pokračovanie hodnotenia vplyvu na životné prostredie (referenčné procesy, ak by sa využiteľné materiály nerecyklovali, ale ukladali v úložisku alebo na

skládkach); vnímanie činností v jadrovej energetike verejnou; metódy pre zapájanie verejnosti pre posudzovanie a vnímanie činností v jadrovej energetike a objektivizáciu informovania verejnosti.

Scenáre pre použitie podmienene uvoľniteľných materiálov

Vzhľadom na rozsah scenárov a aj na odporúčanie oponentskej rady v roku 2011, boli v riešení v roku 2012 prijaté úpravy týkajúce sa rozsahu riešenia v jednotlivých scenároch. Rozsah scenárov zostal zachovaný.

V roku 2012 neboli do detailného pokračujúceho riešenia zahrnuté scenáre (scenáre boli ukončené so základným hodnotením z predošlých rokov riešenia):

- S3 „Železničné vagóny“ - časová náročnosť modelovania (zložitá konštrukcia), mobilita produktu a s tým súvisiace nároky na modelovanie;
- S14 „Štetovnicové steny v trvalých aplikáciách“ - nedostupnosť hodnoverných informácií v požadovanom rozsahu a časová náročnosť modelovania vo VISIPLAN;
- S15 „Priehradné železobetónové konštrukcie“ - malá pravdepodobnosť realizácie a potrebná zložitosť modelovania.

Boli rozšírené riešenia v scenároch:

- S1 „Výroba hutníckych polotovarov“ - o časť výroba polotovarov v kontrolovanom pásme JZ s aplikáciou polotovarov v jadrovej oblasti;
- S8 „Komponenty z nehrdzavejúcej ocele v kontrolovanom pásme“ – o časť hrubostenné kontajnery pre dlhodobé skladovanie RAO (perspektívna aplikácia).

Modelovanie v GOLDSIM:

- Pre zvýšenie presnosti a dôveryhodnosti výpočtov v modeloch GOLDSIM vypracovaných v rámci projektu CONRELMAT boli vypracované postupy pre výpočtovú verifikáciu výpočtových postupov v prostredí GOLDSIM, ktoré využívajú iné výpočtové prostredia (AMBER a rôzne jednoúčelové nástroje v prostredí MS Excel vytvorené riešiteľmi) pre analogické výpočtové postupy v GOLDSIM;

- V spolupráci s inými organizáciami výskumu a vývoja bol v ďalšom riešení vypracovaný rad dokumentov, ktoré boli zamerané na analýzu vstupných parametrov pre výpočtové modely v GOLDSIM;
- Výsledky, uvedené v týchto dokumentoch, boli použité na spresnenie hodnôt vstupných parametrov vo výpočtových modeloch GOLDSIM (korózne procesy, migrácia rádionuklidov);
- Na základe hore uvedenej aktualizácie výpočtových modelov boli aktualizované výsledky pre jednotlivé scenáre pre výpočet dávok pre hodnotených jedincov z kritických skupín.

Modelovanie vo VISIPLAN:

- V roku 2012 boli pre jednotlivé scenáre dokončené všetky výpočtové modely okrem modelov, ktoré neboli zaradené do detailnej analýzy externého ožiarenia (S3, S14, S15).
- Spolu bolo vytvorených 90 výpočtových modelov. Okrem základných modelov boli pre niektoré scenáre vytvorené modely pre navrhnuté technické a organizačné opatrenia s účelom optimalizácie hodnotených činností s cieľom znížiť externé ožiarenie jednotlivcov najmä pri realizácii hodnotených scenárov.
- Okrem plánovaných scenárov boli v rámci scenára „S1 – Výroba hutníckych polotovarov z ocele“ rozpracované dva nové koncepty výroby cieľových produktov a hutníckych polotovarov v rámci kontrolovaného pásma (KP):
 - Malá zlievareň, ktorá spracováva kovový odpad z demontáže v KP; produktom sú hrubostenné oceľové kontajnery určené na skladovanie pevných rádioaktívnych odpadov.
 - Malá pretavovacia linka a pridružená nízkokapacitná valcovacia linka betonárskej ocele.

Komplexné hodnotenie scenárov:

- Paralelne k scenárom, modelovaniu v GOLDSIM a VISIPLAN, materiálovým aspektom bola v roku 2012 vytvorená nová pracovná skupina, ktorá riešila komplexné vyhodnotenie scenárov pre podmienené uvoľnené materiály vyhodnotením ďalších expozičných ciest spolu s vytvorením komplexnej metodiky pre odvodnenie uvoľňovacích úrovní hmotnostnej aktivity ako reprezentatívneho parametru podľa jednotlivých rádionuklidov.

- V scenároch sú pomocou prostriedkov GOLDSIM a VISIPLAN hodnotené individuálne efektívne dávky z ožiarenia jedincov z kritickej skupiny osôb a stanoví sa kritický jedinec, ktorý v danom scenári dostane najväčšiu dávku.
- V novej skupine boli hodnotené ďalšie expozičné cesty - vnútorné ožiarenie inhaláciou alebo ingesciou rádioaktívnych látok, ožiarenie kože od rádioaktívnych prachových častíc, vonkajšie ožiarenie od rádioaktívneho materiálu.
- Z vyhodnotených individuálnych efektívnych dávok kritických jedincov boli následne odvodené uvoľňovacie úrovne hmotnostnej aktivity pre každý zo sledovaných rádionuklidov v rámci jednotlivých scenárov.

Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov za rok 2012:

- Bolo ukončené vyhodnotenie scenárov vybraných pre detailné hodnotenie.
- Pre riešenie v GOLDSIM bola vypracovaná verifikácia výpočtového postupu, boli spresnené vstupné údaje a boli aktualizované výpočty.
- Boli ukončené výpočty externého ožiarenia vo VISIPLAN pre jednotlivé scenáre vybrané pre detailné hodnotenie.
- Bola vypracovaná metodika pre hodnotenie ďalších expozičných ciest a komplexná metodika pre odvodenie uvoľňovacích úrovní hmotnostnej aktivity.
- Analýza množstiev podmienene uvoľniteľných materiálov bola modelovo vykonaná na základe detailnej inventárnej databázy so zahrnutím opätovného využitia podmienene uvoľnených materiálov.
- Bola dopracovaná časť súvisiaca všeobecne s vnímaním, postojom a zapájaním verejnosti pre činnosti v jadrovej energetike a pre hodnotenie vplyvu na životné prostredie vo väzbe na podmienené uvoľňovanie materiálov z vyradovania jadrových zariadení z prevádzky.

Rozšírenie pracoviska výskumu a vývoja – počet vytvorených a obsadených pracovných miest v DECOM, a.s.

Rok 2010 na začiatku projektu: 3

Rok 2012, priemerný počet pracovníkov vo výskume a vývoji: 17,5

Riešením projektu CONRELMAT boli vytvorené podmienky pre udržanie a rozšírenie výskumu a vývoja v spoločnosti DECOM, a.s., v jadrovej oblasti (vyradovanie

jadrových zariadení z prevádzky, nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi a s vyhoretým jadrovým palivom, bezpečnostné hodnotenia procesov a zariadení a iné oblasti jadrovej energetiky) a taktiež pre ďalšie oblasti ako je modelovanie transportu kontaminantov (rádioaktívnych, toxických a iných) v komplexných inžinierskych alebo prírodných prostrediach a v aplikáciách s uplatnením pravdepodobnostných modelov pre rôzne technické a netechnické (napr. ekonomické) aplikácie v jadrovej a v nejadrovej oblasti.

Iné informácie o priebehu riešenia projektu

Riešiteľský kolektív prijímateľa stimulov - odišli 2 riešitelia, ich pracovná kapacita bola rozložená na ostatných riešiteľov.

Riešiteľský kolektív spoluriešiteľskej organizácie – úprava kolektívu v súvislosti so zmenou zapojených študentov.

Polročná kontrola plnenia bola hodnotená bez nedostatkov.

Záver

Plánované ciele projektu stanovené pre hodnotené obdobie boli dosiahnuté; výsledky sú zdokumentované v Podrobnej výskumnej správe za celé riešenie projektu. Podrobná výskumná správa projektu CONRELMAT bola postupne počas riešenia projektu zostavovaná ako jeden dokument, do ktorého boli postupne pridávané čiastkové riešenia za jednotlivé roky riešenia. Doplnením riešenia za rok 2012 bola Podrobná výskumná správa projektu CONRELMAT uzatvorená.

Bolo vytvorených 47 publikácií a prác, vrátane v karentovaných časopisoch.

Pokračovalo sa vo vzdelávacej činnosti, boli obhájené dve dizertačné práce.

Čerpanie finančných prostriedkov je zdokumentované požadovaným spôsobom a správnosť čerpania bude preverená externým auditom v riešiteľskej organizácii.

Dosiahnuté výsledky vytvárajú predpoklad pre aplikovanie vytvorených riešení v budúcich projektoch s využitím podmienene uvoľniteľných materiálov.

Vytvorené riešenia je možné použiť aj v iných technických aplikáciách.

Publikačná a vzdelávacia činnosť za rok 2012

V rámci riešenia projektu CONRELMAT boli v roku 2012 dosiahnuté nasledovné výstupy:

- Vedecké práce publikované v zahraničných karentovaných časopisoch - 1x;
- Vedecké práce publikované v domácich nekarentovaných časopisoch - 6x;
- Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách - 13x;
- Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách - 13x;
- Príspevky prijaté na zahraničné vedecké konferencie - 4x;
- Práce zverejnené na internete - 1x;
- Obhájené dizertačné práce - 2x, rozpracované dizertačné práce - 5x;
- Bakalárske práce - 4x, rozpracované bakalárske práce - 2x;
- Diplomové práce - 3x, rozpracované diplomové práce - 2x.

Publikačná a vzdelávacia činnosť za celé obdobie riešenia projektu CONRELMAT

Neoddeliteľnou súčasťou projektu CONRELMAT bola publikačná činnosť na medzinárodnej a domácej úrovni. Významnou súčasťou riešenia projektu CONRELMAT bolo vzdelávanie na všetkých troch stupňoch (bakalársky, inžiniersky a doktorandský) v spoluriešiteľskej organizácii - Fakulte elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave. V rámci riešenia projektu CONRELMAT za celé obdobie riešenia 12/2009-11/2012 boli dosiahnuté nasledovné výstupy:

- Vedecké práce publikované v zahraničných karentovaných časopisoch – 4x;
- Vedecké práce zaslané do redakcií zahraničných karentovaných časopisov – 3x;
- Vedecké práce publikované v zahraničných nekarentovaných časopisoch – 1x;
- Vedecké práce zaslané do redakcií zahraničných nekarentovaných časopisov – 4x;
- Vedecké a odborné práce v domácich nekarentovaných časopisoch – 15x;
- Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách – 34x;
- Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách – 32x;
- Abstrakty príspevkov zo zahraničných konferencií – 4x;
- Práce zverejnené na internete – 4x;
- Skriptá a učebné texty - 1x;

- Obhájené dizertačné práce - 3x;
- Obhájené diplomové práce - 5x;
- Obhájené bakalárske práce - 10x;
- Rozpracované dizertačné práce (koniec roka 2012) – 5x;
- Rozpracované diplomové práce (koniec roka 2012) – 2x;
- Rozpracované bakalárske projekty (koniec roka 2012) – 2x.