

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 20-50 rokov i viac, 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 ich nie je možné neobmedzene uvoľniť do životného prostredia a musia sa uložiť vo finálnych úložiskách rádioaktívnych odpadov. 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 dlhodobu 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.

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 pripravované vyradovanie 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 odporúčanej metodiky vo forme detailného analytického prístupu s cieľom vytvoriť nové konkrétne poznatky, ktoré bude možné použiť pri návrhu projektov priemyselných aplikácii 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 Európe a 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 kód OMEGA 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, niektoré dokumenty aj pre Maďarsko a Českú republiku. Výpočtový prostriedok OMEGA spolu s inventárnymi databázami jadrových zariadení bude 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. Tieto materiály budú použité v stavebných, dopravných a iných priemyselných konštrukciách s dlhodobým určením. V modelových scenároch bude 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 budú 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 bude súbor modelových scenárov a parametrov scenárov, ktoré súvisia so spôsobom zabudovania podmienene uvoľnených materiálov do analyzovaných konštrukcií a rádiologických parametrov podmienene uvoľnených materiálov, ktoré bude možné použiť pri návrhu konkrétnych realizačných projektov s takýmito materiálmi.

Popis čiastkových cieľov projektu podľa etáp:

Etapu 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

Etapu 2:

Pre každý scenár s kovovými materiálmi: výpočet zdrojových členov materiálov, 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 ožiarovania personálu, ktorý vykonáva navrhované činnosti a výpočet parametrov ožiarovania obyvateľstva

Etapu 3:

Pre každý scenár s nekovovými materiálmi: výpočet zdrojových členov materiálov, 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 parametrov ožiarovania personálu, ktorý vykonáva navrhované činnosti a výpočet parametrov ožiarovania obyvateľstva

Etapu 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.

Financie:

Náklady projektu, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2112
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	16 000	115 000	105 000	106 000
Podiel vlastných prostriedkov [%]		20,4	20,5	20,9	21,7
Sumárny rozpočet projektu	1 631 228	78 380	561 828	501 624	489 396

Rozdelenie financií medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľa:

Náklady projektu - riešiteľ, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2112
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	16 000	115 000	105 000	106 000
Sumárny rozpočet riešiteľa	1 355 422	74 766	460 833	415 423	404 400

Náklady projektu - spoluriešiteľ, [€]	Celkovo	2009	2010	2011	2112
Bežné náklady spolu	259 806	3 614	84 995	86 201	84 996
Kapitálové výdavky	16 000		16 000		
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

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 budú obsahovať:

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

Projekt prispeje 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 obhájených osem dizertačných prác z oblasti vyradovania a mnohé diplomové a bakalárske práce. Niektoré čiastkové riešenia projektu sú predmetom troch súčasných dizertačných prác. Na riešenie projektu budú nadväzovať 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 využite výsledkov:

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

Podľa súčasnej legislatívy pre nepodmienené uvoľňovanie materiálov do životného prostredia, potenciálne recyklovateľné materiály, ktoré sú ukladané v úložiskách rádioaktívnych odpadov ako rádioaktívny odpad, musia byť v konečnom dôsledku nahrádzané novo vyrobenými materiálmi. Cieľom projektu CONRELMAT je vytvoriť podmienky pre možnosť recyklácie takýchto materiálov.

Riešením projektu sa rozšíri vedomostná základňa v jadrovej energetike, vzniknú 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 OMEGA, VISIPLAN a GOLDSIM. V projekte ide o komplexné riešenie, ktoré je štrukturované 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 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, pre rôzne scenáre vyradovania a pre rôzne scenáre nakladania s rádioaktívnymi odpadmi;
- 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 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 konštrukcii jednotlivých scenárov.

Výsledky analýz činností v procese prípravy scenárov a výsledky analýz koncových stavov jednotlivých scenárov pomocou kódov GOLDSIM a VISIPLAN sú základom pre stanovenie maximálnej koncentrácie aktivity v podmienene uvoľnených materiáloch, čo je podmienka pre výpočet použiteľného množstva týchto materiálov z vyradovania konkrétneho jadrového zariadenia ako výsledok výpočtu materiálových parametrov vyradovania v kóde 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 jednotlivých scenárov. Plánované riešenie projektu je štruktúrované podľa jednotlivých scenárov používania podmienene uvoľnených materiálov, pričom jednotlivé scenáre sú riešené ako samostatné celky.

V modelových scenároch bude 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 bude stanovený výpočtom dávok z externého a interného ožiarenia pre jednotlivé profesie, ktoré realizujú daný scenár a 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 budú brané do úvahy dva základné typy materiálov (oceľ a recyklované betóny), rôzne aktivné koncentrácie týchto materiálov a rôzne rádionuklidové zloženia. Výstupom plánovanej systematickej analýzy v rámci projektu bude súbor modelových scenárov, ktoré budú obsahovať:

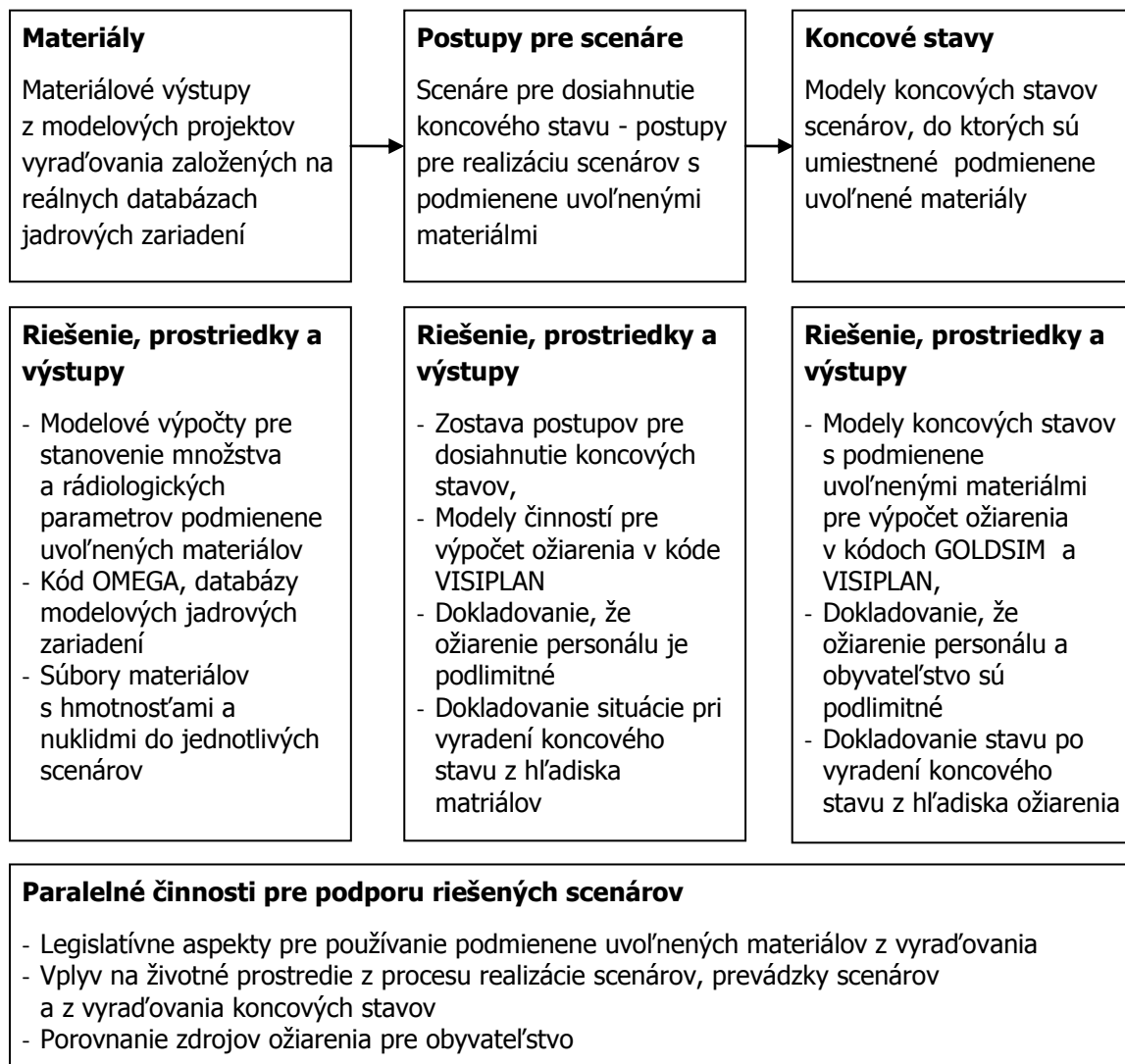
- charakteristiky jednotlivých scenárov;
- parametre materiálov vstupujúcich do jednotlivých scenárov;
- parametre čiastkových procesov, ktoré budú potrebné pre realizáciu jednotlivých scenárov;
- parametre koncových stavov jednotlivých scenárov z hľadiska ich vplyvu na obyvateľstvo a životné prostredie, ktoré súvisia so spôsobom zabudovania podmienene uvoľnených materiálov do analyzovaných konštrukcií;
- dokladovanie, že po likvidácii koncových stavov v jednotlivých scenároch vzniknú materiály iba nepodmienene uvoľniteľné do životného prostredia alebo materiály, ktoré bude možné uložiť na úložiskách pre rádioaktívne odpady s veľmi nízkou úrovňou rádioaktivity.

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

- legislatívne aspekty v rozsahu riešenia súvisiaceho s používaním podmienene uvoľnených materiálov;
- vplyv na životné prostredie z procesov realizácie koncových stavov pre jednotlivé scenáre a vplyv jednotlivých scenárov, vrátane ich likvidácie;
- porovnanie ožiarenia obyvateľstva v dôsledku vplyvov navrhovaných scenárov s inými zdrojmi ožiarenia ako je celkové pozadie a zdroje ožiarenia v dôsledku využívania všeobecných technických, lekárskeho, dopravných a iných scenárov.

Principiálna schéma riešenia projektu je uvedená na obr. 1. Predmetom riešenia v projekte sú opätovne použiteľné dominantné materiály z vyradovania (oceľ a betóny). Iné materiály s porovnateľným obsahom rádioaktivity (ako sú napríklad kontaminované zeminy), alebo malé množstvá špecifických materiálov (farebné kovy), nie sú predmetom projektu.

Obr. 1 Principiálna schéma riešenia v projekte



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;
- cestné konštrukcie - železobetónové a oceľové konštrukcie, štrkové lôžka;
- tunelové železobetónové konštrukcie;
- železobetónové podzemné časti budov (základy stavieb);
- železobetónové vodné diela;

- železničné konštrukcie;
- všeobecné vonkajšie kovové konštrukcie;
- iné použitia ocelí, vrátane použitia v jadrovom priemysle.

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.