

A Nemzeti Nukleáris Kutatási Program 2016 évi főbb, pontokba szedett eredményei

Részfeladat száma	Részfeladat megnevezése	Részfeladatot végző konzorciumi tag rövidített megnevezése	Megvalósult részfeladat eredménye
1.6	Kísérletes kutatások 2.	MTA EK	<p>Szabványos szakítókísérletek, valamint a hárompontos törésmechanikai hajlítókísérletek kiértékelésére alkalmas végeselemes modellt fejlesztettünk.</p> <p>Elkészítettük a fűtőelem burkolat vizsgálatokhoz használt minták háromdimenziós végeselem modelljeit.</p> <p>Megvizsgáltuk a mezomechanikai leírásra alkalmas anyagmodell termodinamikai elméleti keretbe történő illesztésének feltételeit.</p> <p>Irodalmi áttekintést készítettünk a SiC burkolat jellemzőiről.</p> <p>Legyártottuk a P91 acél próbatesteket.</p> <p>Besugároztuk a P91 acélt a Bagira3 nevű berendezésben.</p> <p>Stratégiai tanulmányt készítettünk a Budapesti Kutatóreaktor és a BME Oktatóreaktor jövőjére vonatkozó elképzelésekről</p>
1.7	Atomerőművi folyamatok korszerű modellezése 2.	MTA EK	<p>Az új blokkok zónatervezési és üzemzavar-elemzési feladatainak alternatív megoldására kódrendszer elemeket fejlesztettünk.</p> <p>A kódrendszer elemei között kapcsolatot teremtő paraméterezett hatáskeresztmetszet könyvtárakat fejlesztettük.</p>

			<p>Elvégeztük a VVER-1200 reaktor fűtőelemkazettáinak neutrontranszport számításait.</p> <p>Egy PWR reaktor rúdkiöklődéses tranziensének forrócsatorna szintű bizonytalanságait vizsgáltuk multiphysics módszerekkel.</p> <p>Az ACRIL mérőhurkon kritikus hőfluxus vizsgálatokat végeztünk alacsony nyomások és alacsony tömegfluxusok mellett.</p> <p>Véglegesítettük a Dunai terjedésszámítási modell egyenleteit és kidolgoztuk a program algoritmusait.</p> <p>Modelleztük a kis dózisos belső terhelése inhomogenitásának következményeit és a szöveti válaszokat.</p> <p>Kísérletileg vizsgáltuk a kis- és közepes dózisú ionizáló sugárzás hatásait éjjeli lepkéken.</p>
1.8	Kiegészítő fűtőelemek és radioaktív hulladékok kezelése, az újgenerációs atomerőművek kutatása 2.	MTA EK	<p>Érzékeny mintaelőkészítési módszert kidolgoztunk ki a Cs(I) kationok geokémiai viselkedésének tanulmányozására.</p> <p>Bebizonyítottuk, hogy az ankerit szerepet játszik az U(VI) szorpciójában.</p> <p>Kifejlesztettünk az eddig ismert összetételekhez képest, egy egyszerűbb, gazdaságosabb körülmények között előállítható boroszilikát mátrix-üveget.</p> <p>Felmértük a MOX vagy UOX típusú tabletták előnyeit és hátrányait.</p> <p>Az oxid üzemanyagból és acélburkolatból álló fűtőelemekre meghatároztuk azokat a kritériumokat, amelyek teljesülését a reaktor tervezésekor célszerű figyelembe venni.</p> <p>Megvalósítottuk az ALLEGRO reaktorra az elmúlt évtizedben elvégzett tranziens analízisek irodalmi összefoglalását.</p> <p>CFD szimulációkat végeztünk a nyomásveszteségi tényező pontosítása érdekében.</p> <p>Kiszámítottuk az ALLEGRO demonstrációs célú GFR zóna és egy 3600 MW_{th} teljesítményű SFR zóna legfontosabb hőmérsékletfüggő reaktivitás-</p>

			<p>tényezőit és meghatároztuk az egyes reaktivitás-tényezők fontosságát különböző tranziens folyamatok során.</p> <p>Kifejlesztettük és teszteltük az eredetileg diffúziós 3D nodális KIKO3DMG kódnak egy újabb változatát, ami immáron a P3 Legendre komponensekig képes a fluxus és a szórási folyamatok modellezésére.</p> <p>Létrehoztuk az egykörös szuperkritikus nyomású, negyedik generációs, MOX üzemanyaggal tervezett VVER-SCP számítási modelljének több elemét és javaslatot tettünk a részletesen kidolgozott európai HPLWR reaktor áramlási útjainak alkalmazására.</p> <p>Meghatároztuk, hogy milyen műszaki intézkedések szükségesek a MOX fűtőelemek használatát lehetővé tételéhez VVER reaktorban.</p> <p>Megkezdttük a FUROM és a FRAPTRAN kódok adaptációját az ALLEGRO reaktorra.</p>
1.9	Koordináció 2.	MTA EK	<p>Megszerveztük az első számú szerződés módosítást.</p> <p>Megfeleltünk a helyszíni ellenőrzésen.</p> <p>Projektnapot és vezetőségi ülést szerveztünk. Előkészítettük és benyújtottuk a 2. számú szerződésmódosítást.</p> <p>Bemutattuk a projektet a Nukleáris Technika Szimpóziumon.</p> <p>Elkezdttük a 2017 évi projekt nap szervezését.</p>
1.10	Tájékoztatás 2.	MTA EK	<p>Végrehajtottuk a kommunikációs csomagnak a 2. munkaszakaszra jutó részét.</p> <p>Frissítettük a projekt honlapját mind tartalmilag, mind pedig dizájn szempontjából.</p> <p>Projekt molinót készítettünk.</p> <p>Promóciós anyagokat készítettünk.</p> <p>A projekt eredményeit disszemináltuk a tudományos közösség, a lakosság és a döntéshozók felé egyaránt.</p>

2.4	Reaktorfizikai kutatások 2.	BME	<p>Reaktorfizikai kódfejlesztést végeztünk thermohidraulikai kóddal csatolt determinisztikus és GPU architektúrán futtatható Monte Carlo számításokhoz.</p> <p>Neutronzajmérésekkel és számításokkal vizsgáltuk a magasabb alfa-módusokat.</p> <p>Megvalósítottuk az alapelvi szimulátor modelljét és kezelőfelületét.</p> <p>Reaktorfizika számításokat végeztünk ólom- és gázhűtésű gyorsreaktorokra.</p>
2.5	Thermohidraulikai kutatások 2.	BME	<p>Irodalomkutatást végeztünk kétfázisú áramlások modellezésével kapcsolatban.</p> <p>Szuperkritikus nyomású közeggel méréseket végeztünk CFD számítások validációjára.</p> <p>CFD számításokkal vizsgáltuk a VVER-1200 üzemanyag-kötegekben kialakuló keveredést az ALLEGRO reaktor kerámia kazettáját.</p> <p>PIV méréseket és CFD számításokat végeztünk egy sóoldékos reaktorkoncepció optimalizációjára.</p>
2.6	Sugárvédelem és radioaktív hulladékok 2.	BME	<p>Folytattuk a fél-automata micronucleus (MN) leszámoló szoftver tesztelését. Elemeztük a MN minták elkészítési szakaszainak minőségi jellemzőit, valamint létrehoztunk egy ajánlást a laboratóriumi protokollok kidolgozásához.</p> <p>Létrehoztuk a BME NTI-ben kifejlesztett röntgen-spektrométer konfokális leképezésre alkalmas röntgenoptikai elemeit és elméleti modellt alkottunk a konfokális röntgen-fluoreszcens leképezés matematikai-fizikai leírására.</p>
3.4	Reaktoranyagok kutatása - öregedési folyamatok 2.	MTA ATOMKI	<p>Új triaxiális kábelekkel $\sim 5 \times 10^{-15}$ A -re továbbcsökkentettük a dozimetriai mérőrendszer szivárgóáramát, valamint a neutron- és gamma-dózisteljesítmények mérési bizonytalanságát.</p>

			<p>Új gázkezelőt terveztünk az MTA Atomki kvázimonoenergiás d+D neutronforrásához a D₂-gáz szivárgása csökkentéséhez.</p> <p>Üvegkerámia (30Y₂O₃·30P₂O₅·40SiO₂) alapanyagának porát sugároztunk be d+Be és d+D neutronok kevert n-γ mezőiben. Detektáltuk a γ-fotonok és a neutronok keltette fénycentrumok termolumineszcenciáját (TL) a besugárzás után. Javasoljuk az alapanyag porából készült TL doziméterek alkalmazását az üvegkerámia alapú optikai eszközök (tükrök) sugárkárosodásának monitorozására.</p> <p>Optikai üvegből készült gömblencséket sugároztunk be ⁶⁰Co γ-fotonokkal. A FLUKA kóddal szimuláltuk a besugárzást, valamint a KERMA és a dózis térbeli eloszlását a gömblencsékekben. A CERN egyik csoportjával vizsgáljuk az optikai jellemzők megváltozását.</p> <p>SiPM (Silicon Photomultiplier) eszközöket sugároztunk be széles spektrumú p+Be neutronok kevert n-γ mezőjében. Mértük a sötétáram és a letörési feszültség változását a neutronfluxus és a neutronfluens függvényében. Kvalitatív modell alapján értelmeztük az eredményeket. Szoftvert fejlesztettünk ki a mérések automatizálására, on-line kiértékelésére és az eredmények grafikus megjelenítésére.</p>
3.5	Atomerőművi környezeti kibocsátás modellezése 2.	MTA ATOMKI	<p>Vizsgáltuk a talajnedvességben lévő trícium eloszlását a Fukushima -i reaktorbalesetet követően.</p> <p>A trícium koncentrációját vizsgáltuk évgyűrű függően 1990-2014 között egy fukushimai fa példáján.</p> <p>Tríciumkimosódást vizsgáltunk a Paksi Atomerőmű kéményei csóvájának hatására.</p>
3.6	Sugárvédelem – nehezen mérhető radioizotópok 2.	MTA ATOMKI	<p>Ciklotronos besugárzással 103Pd nyomjelzőt állítottunk elő.</p> <p>A Paksi Atomerőmű hulladékaiból vett minták nehezen mérhető izotópjait mértük. A különböző minták mérési eredményei több nagyságrendet felölelő tartományban változtak.</p>

			<p>Elvégeztük a Püspökszilágyi RHFT teljes kúthálózatára kiterjedő, a talajvizek szerves és összes széntől származó radiokarbon aktivitásának meghatározását, továbbá talaj-, illetve légköri minták méréseit. A legnagyobb C-14 aktivitású talajvíz kútban a nyomnyi mennyiségű szerves szén fajlagos aktivitáskoncentrációja közel tízezerszer nagyobb a természetes szintnél.</p> <p>A Paksi Atomerőmű pihentető medencéi vízében oldott szerves és szerves gázok radiokarbon vizsgálata során megállapítottuk, hogy nagyságrendi eltérés is lehet az egyes blokkokon az oldott gáznemű C-14 aktivitásában.</p>
4.1	Besugárzó beszerzése	OKK	<p>Elkészítettük a korszerű besugárzó berendezés közbeszerzésének szakmai részét, és az értékelési szempontokat.</p> <p>A közbeszerzési felhívás benyújtásra került az EMMI-be, ahol jóváhagyták.</p> <p>A közbeszerzés engedélykérelmét benyújtottuk a Miniszterelnökségre.</p> <p>A miniszterelnökség engedélyének birtokában a közbeszerzési felhívás 2016. november 30-án megjelent az Európai Unió megfelelő közbeszerzési honlapján.</p> <p>A tőlünk független bürokratikus akadályok okozta csúszás miatt szerződésmódosítást kezdeményeztünk.</p>
4.4	Sejtszintű változások: génexpresszió II.	OKK	<p>Felépítettünk egy kísérleti rendszert, amely alkalmas a sejtek gén-expressziójában sugárzás hatására bekövetkező változások tanulmányozására.</p> <p>Kis (100mGy), közepes (2Gy) és nagy dózisú (10Gy) lokális koponya besugárzást végeztünk egereken.</p> <p>Dózis és időfüggő citokin és makrofág altípus specifikus enzim markerek expresszióját mértük 24 óra, 1, hét 1- és 6 hónappal a besugárzást követően.</p>

			Megállapítottuk, hogy a genetikailag módosított érelmeszesedésre hajlamos génhányos egér esetében hogyan változnak a vizsgált markerek.
4.5	Sejtszintű változások: mikroRNS I.	OKK	<p>Kísérleti rendszert állítottunk össze, mely képes a sejtek nem kódoló RNS (hnkRNS) expressziójában bekövetkező változásokat követni.</p> <p>Négy hnkRNS-nél vizsgáltuk a besugárzás hatását az expressziójukra.</p> <p>Azt találtuk, hogy az expresszió változás előjele erősen függ attól, hogy melyik hosszú nem kódoló RNS-t nézzük.</p>
4.6	Szervezeti szintű változások: gyulladásos faktorok I.	OKK	<p>Állatkísérletes rendszert alakítottunk ki a besugárzás hatására a vérben megjelenő gyulladásos faktorokat tanulmányozására.</p> <p>Azonosítottuk a GDF-15 citokint, mint a korai sugárválasz gént.</p> <p>Lokális mellkasbesugárzást végeztünk. Megállapítottuk, hogy a GDF-15 szintje 24 óra után a legnagyobb, de a vad típusú egérben utána visszatér az alapszintre.</p> <p>Kimutattuk, hogy az érelmeszesedésre hajlamos egérnél a GDF-15 szintje ismét emelkedni kezd a 3. hónaptól.</p>
5.2	Súlyos baleseti és kockázatelemzési kutatások 2.	NUBIKI	<p>A rendszerelemek meghibásodását jellemző statisztikai jellegű paraméterek képzési eljárásait elemeztük és fejlesztettük.</p> <p>A rendszerelemek megbízhatósági jellemzőinek számítási összefüggéseit vizsgáltuk.</p> <p>A gázhűtésű gyorsreaktorok súlyos baleseti vizsgálatához alkalmas szimulációs modelleket fejlesztettünk a MELCOR kód rendszerével.</p> <p>Stacioner állapotot számítottunk.</p> <p>Demonstráltuk a modell működképességét.</p> <p>Vizsgáltuk a primerköri hidegági törések, a primerköri melegági csőtörés, a teljes keresztmetszetű primerköri csőtörés és a maradványhő-eltávolító rendszer hidegági csővezetékének törése következményeit.</p>