

Szabados László:
Eredmények a nukleáris biztonság termohidraulikai
hátteréhez VVER típusú atomerőművekben c. doktori értekezése.

VÁLASZ

Nyíri András, a műszaki tudomány doktora opponensi véleményére

Megköszönöm Nyíri Andrásnak, a műszaki tudomány doktorának doktori értekezésem bírálatát, amely szerint, idézem: „Az értelmező szótár szerint: a tudomány a természet, a társadalom, a gondolkodás összefüggéseiről szerzett, igazolható ismeretek rendszere, (...) Ezen definíciók alapján e doktori munka tudományos eredményeit elegendőnek ítélem az MTA doktora cím megszerzéséhez...”.

Értekezésemben a nukleáris biztonság termohidraulikai hátteréhez tartozó – általam a zóna- és rendszer-termohidraulika területén megszerzett – ismeretek rendszerét foglaltam össze.

Hat tézisben, hat tudományos eredményt tárgyalok, szükségszerűen röviden, így talán nem tudtam mindig elég pontos lenni a mintegy 40 év kutatási eredményeit tárgyaló munkában. Szükségesnek tartom ezért, hogy válaszzal az Ön által elismert eredmények értékelését kiegészítő információkkal elősegítsem. Munkám a Paksi Atomerőmű üzemi és üzemzavari értékeléséhez biztosít tudományos eredményeket, a nukleáris biztonság rendszerszemléletű vizsgálatával.

Az **1. tézisben megfogalmazott hűtőközeg keveredési vizsgálatokkal** kísérletileg és elméletileg igazoltam, hogy a szubcsatorna közelítésű módszer jelentősen növeli a zónatervezési számítások pontosságát és megbízhatóságát. Ilyen kutatásokat elsőként végeztem a VVER típusra. A módszer és az eredmények alkalmazására első alkalommal a 2.3. tézisben megfogalmazott, a VVER-1000 típus fejlesztését és biztonsági értékelését támogató projektben [3.37] került sor 1986-ban, de ez az eredmény képviseli a szubcsatorna szintű hűtőközeg keveredési vizsgálatokat az IAEA-TECDOC kötetben (Experimental design verification of VVER-440/213....) [4.1] 1995-ben és a VVER-440/213 típus biztonsági értékeléséről az IAEA által 1996-ban publikált könyvben [3.13] is.

A **2. tézis. Forráskrizis, kritikus hőfluxus.** A kutatások évtizedeken át, világszerte jelentős helyet foglaltak el a PWR típusra vonatkozó – a nukleáris biztonság termohidraulikai hátterét támogató – kutatásokban. A forráskrizis kutatások hasonlóan fontosak voltak a VVER típust fejlesztő és gyártó Szovjetunióban és a 2. tézisben összefoglalt hazai kutatások esetében is.

A 2. tézishez fontos referenciákat emelek ki: L.S. Tong, J. Weisman [3.40], Kutateladze [3.29], Zuber N. [3.30], Bezrukov Ju. A. és mások (Teploenergetika, 1977), és [3.31]; Szabados és mások [3.37, 3.38, 3.42], Szabados [3.20, 3.41, 3.43]. Tong a kritikus hőfluxus kutatásokkal és különösen a Westinghouse számára kifejlesztett W-3 korrelációval ma is az elsők között számon tartott kutatók között van; Kutateladze, a VVER típusra, elsőként írta le a forráskrizis (3.1.3.) egyenlet szerinti hidrodinamikai modelljét; Zuber a Taylor instabilitásra alapozva dolgozta ki és publikálta a ma is használatos (3.1.4 és 3.1.5) egyenletek szerinti modelljét; a Bezrukov korreláció eredeti változata az OKB Hidropressnél, a típus fejlesztő intézetében készült. A hivatkozások között több társszerzős is van, ezért – noha Ön nem kérte – **mellékelem a társszerzői Nyilatkozatot.**

A 2.1, 2.2 és 2.3 tézisekben összefoglalt eredményeket a [3.20, 3.41, 3.43] egyszerűs cikkeimben írtam meg. Itt is ráirányítom a figyelmet a kritikus hőfluxus kutatásokban elért, a Bezrukov korreláció alkalmazhatóságának vizsgálatára szervezett, a VVER-1000 típusra vonatkozó kutatások kiemelt jelentőségére. A kutatásokra 8 évre kötött Egyezmény a Magyar Tudományos Akadémia és a Szovjetunió Állami Atomenergia Bizottsága között jött létre és a típus fejlesztését támogató egyezmény volt. A kutatások Zárójelentésében [3.37] foglalt eredményeket Moszkvában védtem meg a Kurcsatov Atomenergia Intézet Tudományos Tanácsa ülésén, a bírálatra összehívott kutatók és fejlesztő mérnökök előtt. Ezt követően a Zárójelentést, amely az egyezmény keretében megjelent 50. riport volt, aláírásával hitelesítette a KFKI-AEKI igazgatója, a típus főkonstruktor (OKB Hidropress) és a Kurcsatov Atomenergia Intézet igazgatója. Ezt tartom a legfontosabb hivatkozásnak, noha „csak” egy 150 oldalas kutatási jelentés, amely „szolgálati használatra” minősítéssel készült.

A 3., 4., 5. és 6. tézisekben a PMK-2 modell létesítését, a kísérleti programot, a kísérleti eredményeket és a validációs kutatások eredményeit foglalom össze. A négy tézis egymást követő és egymást feltételező rendszer-termohidraulikai eredményeket tartalmaz, a VVER-440/213 típusú Paksi Atomerőműre.

A PMK-2, a VVER-440/213 típusra elsőként épített integrális típusú berendezés, az erőmű rendszer-termohidraulikai modellje. A munka elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt fontos, mivel az erőműben – az elfogadhatatlanul magas kockázat miatt – kísérleteket nem lehet végezni. Az eredményeket a projekteken való részvételükkel 29 ország kutatói fogadták el. A PMK-2 projektek a PWR típusra szervezett, OECD/CSNI által vezetett ISP (International Standard Problem) projektek tudományos és biztonsági jelentőségével mérhetőek. A projektek keretében a VVER-440/213 típusra, 29 ország részvételével, Magyarországon a kísérleti alapú üzemzavar elemzés és kódvalidáció területén, tudományos iskola működött. Ezt az iskolát vezettem.

A PMK-2 projekteket folyamatosan támogatta az MTA, az OAH, a PA Rt és támogatták nemzetközi szervezetek, mint az IAEA, OECD, USNRC, EU és a projekteken résztvevő 29 ország. Az eredményeket számos helyen publikáltam, így a Nuclear Technology (2004), a Science and Technology of Nuclear Installations (2012) folyóiratokban és az eredményekről írtam két társszerzős könyvet [2.10, 2.11].

Bírálatomat tisztelettel kérem, hogy válaszmegoldást fogadjon el.

Budapest, 2013.április 15.

Szabados László
a műszaki tudomány kandidátusa

Mellékletben: társszerzői NYILATKOZAT

Melléklet.

NYILATKOZAT

Alulírottak, mint társszerzők tanúsítjuk, hogy Szabados László: „Eredmények a nukleáris biztonság termohidraulikai hátteréhez VVER típusú atomerőművekben” c. doktori értekezésében és az értekezés téziseiben foglalt tudományos eredmények Szabados László eredményei.

A tézisek szerinti új tudományos eredmények: 1. tézis. Szubcsatorna szintű hűtőközeg keveredési vizsgálatok. 2.tézis. Kritikus hőfluxus vizsgálatok a VVER – 440/213 és a VVER-1000 típusra. 3.tézis A PMK-2, az első rendszer-termohidraulikai kísérleti modell létesítése a VVER-440/213 típusú erőművekre. 4.tézis. A kísérleti program szervezése és a kísérletek végrehajtása. 5.tézis. A PMK-2 kísérletek eredményei. 6.tézis. A PMK-2 alapú rendszerkód validáció.

Budapest, 2013. március 7.


(Ézsöl György)


(Guba Attila)


(Perneczky László)


(Takács Antal)


(Tóth Iván)


(Trosztel István)