

Az 1. Magyar–Ukrán Közös Konferenciáról:

## A technika biztonsága, megbízhatósága és kockázata

A csernobili nukleáris katasztrófa 20. évfordulója arra ösztönzi az embert, hogy átgondolja a technika alkalmazásának előnyeit és hátrányait. Ugyanis az ipari forradalom koráig a maihoz képest lényegesen kisebb létszámú földlakók alapvetően a megújuló energiaforrások: a nap-, a víz- és a szélenergia, az erdő- és mezőgazdaság termékei, hulladékai (a biomassa) és az igavonó állatok izomerejének hasznosításával fedezték energiaigényeiket. E hosszú, több évszázadot átívelő korszaknak az emberi lelemény és találékonyság ma is fellelhető berendezéseit, tárgyait a ma embere leginkább műemlékeként csodálja, miközben alapvetően a szén, a kőolaj és a földgáz véges készletére alapozott technika növekvő kényelmét és biztonságát élvezi. Pedig az ipari forradalomtól a ma kényelméig vezető utat sajnos ipari balesetek is szegélyezik rendszerint a még nem kellő tudásunkat elégségesnek véelve az elhamarkodott, vagy valóban elégséges tudásunk ellenére a felelőtlen cselekedeteink következményeként. Igaz, hogy a technika fejlődésével sikerült a közvetlen hatású katasztrófák bekövetkezésének a valószínűségét jelentősen lecsökkenteni olyan szintre, hogy alkalmazásának kockázatát az általa nyújtott kényelemért cserébe a társadalom elfogadja, de lakhelyünk, a Föld megbomlani látszó ökológia egyensúlyában az emberi tevékenység nem elhanyagolható mértékben részesedik! És bár a tudomány és a technika fejlődésének eredményeként ma már a megújuló energia a régmúlt gyakorlatánál hatékonyabban hasznosítható, és elterjesztésük támogatásra méltó, helyénvaló és nem is eredménytelen törekvés, mégis a földlakók számának gyorsütemű növekedését kísérő energiaigény környezetbarát kielégítésének jelenleg egyik alapvető módja az atomenergia békés és felelősségteljes alkalmazása. Ehhez, mint máskor is, fel kell, kellett szakértő elemzésekkel tárnunk az ipari baleseteknek, így a csernobili katasztrófának is az okait, hogy a technika iparszerű üzemvitelére és a technikát működtető ember képességeire, személyiségére vonatkozó tanulságok visszacsatolása, és a tudásunk felismert hiányait csökkentő újabb kutatás és fejlesztés eredményei a földlakók növekvő energiaigénye biztonságos kielégítését szolgálja. De mindenkor szem előtt kell tartanunk – különösen, a tudósok felelősségteljes figyelmeztetése ellenére, az atomenergia első, feleslegesen erőt fitogtató, felelőtlen alkalmazásának pusztító társadalmi élményére tekintettel –, hogy eredményeinket, tudásunkat hitelesen és színvonalasan át is kell adni ahhoz, hogy a társadalom be tudja fogadni és értelmesen hasznosítani is tudja azokat – akár demokratikus kényszerek: törvények, szabványok hatályba lépésével is segítve. Hisz' az új gondolat mindig kisebb-

ségben van, és ahhoz, hogy a társadalom jó értelemben vett és önvédelemből is nélkülözhetetlen konzervatizmusának szűrőjén át többségivé válva érvényre jusson, az újat hiteles eredményekkel és meggyőző érvekkel alátámasztva kell bemutatnunk.

Ez az eszmeiség készthette a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Logisztikai és Gyártástechnikai Intézete (Bay-Logi) vezető munkatársait arra, hogy az atomerőművek eddig legsúlyosabb üzemi balesetének, a csernobili katasztrófának 20. évfordulója alkalmából megszervezze – az Ukrán Tudományos Akadémia G. S. Piszarenko Szilárdsági Problémák Intézetével együttműködve – az első magyar–ukrán közös konferenciát a technika biztonsága, megbízhatósága és kockázata témakörben.

A konferenciát 2006. április 11–12-én, a miskolctapolcai Bay-Logi intézetben tartották. Az atomerőművek fokozottan biztonságos működtetése érdekében indított kutatás-fejlesztési programokat koordináló Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) és az Európai Kutatóintézet (EC-JRC-Institute for Energy, Petten) szakértői mellett részt vettek a programban érdekelt ukrán és magyar intézmények vezető munkatársai és szakértői (mintegy 40 fő), mégpedig, a szervező intézeteken kívül, az Ukrán Tudományos Akadémia Karpenko Fizikai, Mechanikai Intézet; az MTA AEKI – Atomenergia Kutatóintézet, a Paksi Atomerőmű Rt., a Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszék munkatársai, valamint az MTA Anyagtudományi és Technológiai Bizottság szerkezetek integritása csoportjának és az ESIS Magyar Nemzeti Bizottság képviselői.

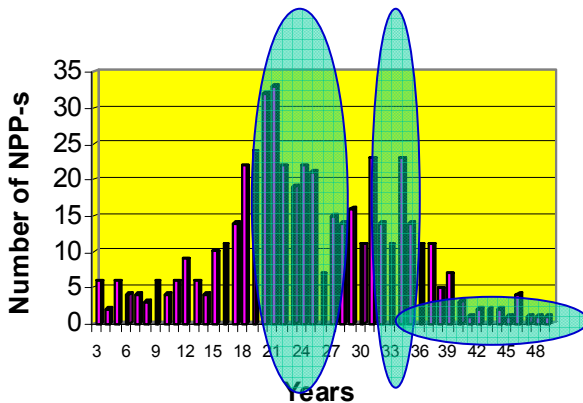
A szervező intézetek igazgatói, dr. Tóth László és Valeri T. Troscsenko akadémikus, köszöntötték a résztvevőket hangsúlyozva a konferencia témakörének társadalmi jelentőségét.

Tóth László programindító gondolatként rámutatott arra, hogy *a biztonság, megbízhatóság és kockázat fogalmainak* a műszakival egyenértékű *gazdasági tartalma* is van. És mivel a kockázat a szerkezet meghibásodása következményének és bekövetkezése valószínűségének a szorzata, ezért, a költségek optimalása szempontjából is, fontos irányzat a *kockázatfüggő karbantartás*. Hiszen a biztonság és a megbízhatóság növelése, illetve a kockázat csökkentése egyaránt többlet pénzforrást, azaz gazdasági döntést is igénylő műszaki feladat. E tekintetben költségnövelő tényező a szóban forgó műszaki technológiai rendszernek vagy annak egyes elemeinek tervezési és üzembe helyezési dátuma, mivel ehhez köthető műszaki színvonaluk alapvetően! Például a napjainkban üzemelő atomerőművek

Beszámolók

Accounts

életkor-eloszlását tekintve (1. ábra) megállapítható, hogy többségüket az 1970-80-as években helyezték először üzembe, és tervezésük még korábbra tehető. De működnek még, igaz kis számban, az 1950-60-as években tervezett erőművek is. Nyilván való, hogy üzemben tarthatóságuk érdekében ezeket a mai biztonsági követelményeknek megfelelően, jelentős ráfordítással kellett korszerűsíteni.

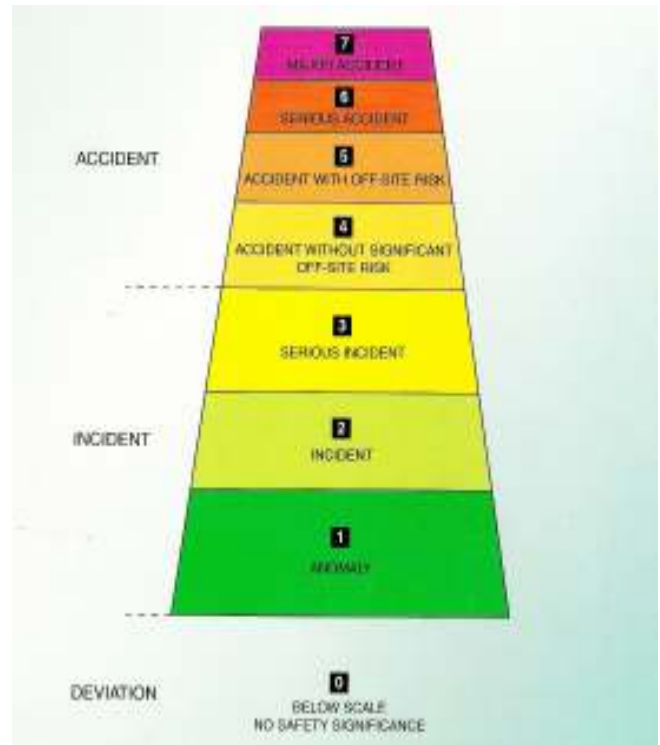


1. ábra. A napjainkban működő atomerőművek élettartam-eloszlása (2005. dec. 31.)  
 Fig. 1: The life distribution of NPP operated in 31. 12. 2005.

Ma a világon mintegy 440 erőművi reaktor működik, 26 van tervezés alatt és 107-et már leállítottak, viszont napjainkban mintegy 70 reaktor élettartam-hosszabbítása van, különböző szakaszban, folyamatban. Összesítve 12 ezer reaktor-üzemóranyi tapasztalat áll rendelkezésünkre – tudtuk meg dr. Trampus Péternek a reaktorbalesetek áttekintésével foglalkozó előadásából. Mint mondta: a nukleáris események hétfokozatú nemzetközi skálája (INES) szerint (2. ábra) a 7-es fokozatú csernobili volt (1986-ban) a legsúlyosabb, tömeges (közvetlen 50) halált, és kiterjedt környezetszennyezést okozó reaktor-baleset, szemben a korai, 1945–1964 közötti időszakban, az USA-ban bekövetkezett, súlyos, 1-2 fő halálával járó balesetekkel. A nyomott vizes reaktorral (PWR) szerelt rendszerekben több, üzemben belül kezelhető, például csőtöréses eset ismert. Kivétel a Three Mile Island-i baleset (INES 4-es fokozatú), ahol kiterjedt belső szennyezést is okozó részleges zónaolvadás volt. Az üzemet be is zárták. Összegezve a tapasztalatokat azt mondhatjuk, hogy a halált okozó nukleáris balesetek bekövetkezésének valószínűsége nagyságrendekkel kisebb a más ipari tevékenységekhez (pl.: szénbányászat), vagy műtárgyak (pl.: vulgizáló gátek) üzemben tartásához képest.

A „kedvező statisztikák” ellenére, természetesen, a nukleáris balesetek megelőzése érde-

kében folyamatos és nemzetközi szinten összehangolt kutatás-fejlesztést kell folytatnunk. Az atomerőművek biztonságosabb működtetése érdekében, a bécsi székhelyű IAEA koordinálásával folyó k+f programokról három – társszakértők bevonásával összeállított – áttekintő előadás is elhangzott Claude Rieg (EC-JRC-Institute for Energy, Petten) tolmácsolásában.



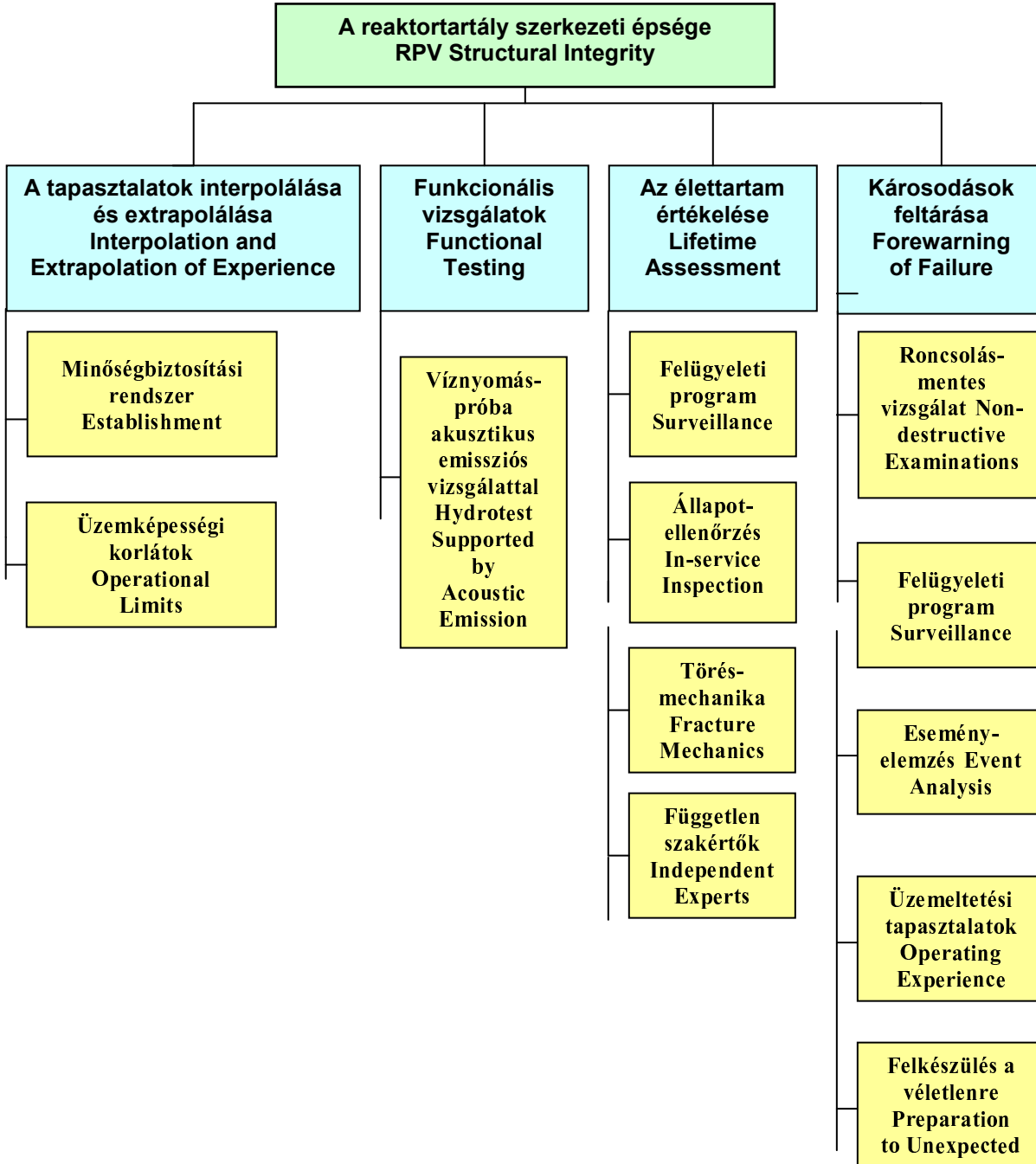
2. ábra. A nukleáris események hétfokozatú nemzetközi skálája (INES); Accident – balesetek, Incident – események, ezen belül az 1. rendeltetésesség (pl. a szekunder körben), Deviation (0) – a biztonságot nem érintő, a normális üzemviteltől eltérő események.

Fig. 2: The International Nuclear Event Scale (INES)

Az IAEA szerteágazó feladatainak felsorolását mellőzve kiemelendő az általa támogatott és a nemzetközi kutatási hálózat koordinálásával végrehajtott k+f programok ellenőrzött – az általa szervezett munkaüléseken és konferenciákon megvitatott – eredményeire alapozott, az atomerőművek biztonságos működtetését elősegítő irányelvek, szabványok közreadása. A ráfordítások nagyságrendjét jól érzékelteti az a tény, hogy csak az egykori Szovjetunióban felmerült nukleáris biztonsági problémák megoldására irányuló TACIS és PHARE programokra mintegy 1300 millió eurót fordítottak 1991.–2003. között. Ennek jelentős részét Oroszország és

Ukrajna kapta, de kisebb részben Örményország és Kazahsztán is részesült belőle. A programok felölelték – és a napjainkban is futók felölelik – a teljes problémakört a biztonsági kultúra kiteljesítésétől, az

atomerőművek fő szerkezeti egységei állapotfelmérésre alapozott élettartam-becslésain, a szabályozás korszerűsítésén át a radioaktív hulladék-kezelésig.



3. ábra. A virtuális mélységi védelem alkalmazása a reaktortartály szerkezeti épségéhez

Fig. 3: Virtual Defense-in-Depth Applied to RPV Integrity

A SAFELIFE program egyik kiemelt feladata volt a szovjet tervezésű, Közép- és Kelet-Európában működő VVER 440 és 1000 típusú reaktorok tartályai acélanyagainak, elsősorban a neutron-sugárzás okozta hőmérsékletfüggő mikroszerkezet-változások miatt szívósság-vesztéssel és átmeneti hőmérséklet növekedésével járó öregedési folyamatának a kutatása. Az erre vonatkozó ismereteket e lapszámunkban közölt, *A reaktortartály acélanyagának ridegedése* című cikkünkben foglaltuk össze röviden.

A konferencián a továbbiakban, az ukrán és a magyar szakértők által megtartott előadások lényegében – a Trampus Péter által összefoglalt – *virtuális mélységi védelem filozófia* szerint (3. ábra) az atomerőműi technológiai berendezések,

kiemelten a reaktortartály épsége (integritása) érdekében működtetni szükséges szakértői rendszerek egyes elemeinek fejlesztésében elért eredményeket mutatták be. Domináltak az üzemi mechanikai, termikus, nukleáris és korróziós igénybevételek hatására a szerkezeti anyagában már károsodott, primerköri berendezések (reaktortartályok, gőzfejlesztők, csőrendszerek) élettartambecsléshez nélkülözhetetlen, a numerikus módszerekkel, leginkább a végelem-módszerrel kombinált törésmechanikára alapozott szakértői szoftverek fejlesztése és alkalmazása terén elért eredmények bemutatása. De szó volt a berendezések élettartam-növelésének technológiai és eljárásrendi lehetőségeiről is.

*Lehofer Kornél*