

# A TELEPHELYVIZSGÁLAT A NUKLEÁRIS BIZTONSÁG SZOLGÁLATÁBAN

## SITE INVESTIGATION IN SERVICE OF NUCLEAR SAFETY

Aszódi Attila<sup>1</sup>, Babcsányi Boglárka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhD, Dr. habil, egyetemi tanár,  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézet, Budapest  
aszodi@reak.bme.hu

<sup>2</sup>tudományos segédmunkatárs,  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézet, Budapest  
boglarka.babcsanyi@reak.bme.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az atomerőművek a fejlett, összetett villamosenergia-rendszerek fontos alapegységei: magas rendelkezésre állásuk, alacsony fajlagos működési költségük, folyamatos, időjárástól független működési módjuk és a szén-dioxid kibocsátásától mentes üzemük mind olyan tulajdonságok, amelyek különösen fontosá teszik őket napjainkban. A jelenleg működő erőművi flotta koroszlása és a villamosenergia-igények bővülése szükségessé teszi új atomerőművi egységek létesítését. Ennek során a legkorszerűbb biztonsági követelményeket kell figyelembe venni, amelynek része a telephely jellemzőinek korszerű módszerekkel történő meghatározása, a telephely jellemzése abból a célból, hogy ezeket a telephelyjellemzőket maximálisan figyelembe vegyék a nukleáris létesítmény tervezése, építése és majdani működtetése során. Ez jelentősen hozzájárul ugyanis ahhoz, hogy a létesítmény hosszú távon teljesíteni tudja a legszigorúbb biztonsági követelményeket, előírásokat, megfizethető, megbízható és környezetkímélő módon előállított villamos energiával szolgálja a társadalmat és a gazdaságot.

### ABSTRACT

Nuclear power plants are extremely important elements of a well-developed and complex electricity system. Their features like the high availability, low operational unit costs, continuous operation, which is practically independent of the weather conditions, and their CO<sub>2</sub>-emission-free operation make these units especially important nowadays. The age distribution of the operational power plant fleet and the increase of the electricity needs necessitate the construction of new nuclear power plants. During these developments, the most advanced safety regulations have to be taken into account. Site investigations are included with state-of-the-art methods in order to determine the site's characteristics, thus these parameters can be fully taken into account during design, construction and the future operation of the facility. This approach can contribute significantly to the long-term safety of the plant and thus it can serve the society and the economy with affordable, reliable and environmentally friendly produced electricity.

**Kulcsszavak:** atomenergia, nukleáris biztonság, fizikai védelem, nukleáris biztosítéki rendszer, telephely engedélyezési eljárás, telephelyjellemzők, külső eredetű veszélyek, Paks II.

**Keywords:** nuclear energy, nuclear safety, nuclear security, nuclear safeguards, site licensing process, site characteristics, external hazards, Paks II

## BEVEZETÉS

Az atomenergia megkerülhetetlen tényező a fejlett világ villamosenergia-ellátásában: az USA-ban 20%-ot megközelítő, az EU-ban 22%, Magyarországon 36% az atomerőművekben megtermelt villamos energia részaránya az éves villamosenergia-fogyasztásban (URL1, URL2). Az atomerőművek stabil alaperőművi áramellátást biztosítanak éjjel-nappal, télen-nyáron, gyakorlatilag időjárási körülményektől függetlenül, ezzel a villamosenergia-rendszer gerincét képezik. Szerepük megkerülhetetlen és nélkülözhetetlen a stabil és biztonságos áramellátásban.

A világon ma működő, közel 440 atomerőművi blokk nagy része a technológia második generációjához tartozik, amely egységek terveit zömében az 1960–1970-es években készítették el, és felépítésükre az 1970–1980-as években került sor. Ezek a blokkok annak idején harminc- vagy negyvenéves üzemidőre épültek, de köszönhetően a konzervatív tervezésnek és a gondos üzemeltetésnek a legtöbb ilyen blokk képes és alkalmas üzemidő-hosszabbításra. Az egyes egységek ötven- vagy hatvanéves teljes üzemidejét figyelembe véve a mostani atomerőművi flotta körülbelül a 2030-as, 2040-es évekig maradhat üzemben.

A villamosenergia-igények növekedése és az előregedett erőművek leállítása ugyanakkor szükségessé teszi új erőművi kapacitások létesítését is. Napjainkban a világ minden pontján a megújuló energiahordozók kiaknázására jelentős erőművi kapacitások létesítése zajlik, de a villamosenergia-rendszer folyamatos, stabil és biztonságos működéséhez olyan erőművekre is szükség van, amelyek képesek az időjárástól függetlenül működni. A fosszilis erőművek a klímavédelmi intézkedések miatt nem perspektivikusak, így új atomerőművek telepítése több országban, így hazánkban is napirendre került.

Egy új atomerőmű a legújabb, harmadik generációs technológián alapulhat, amely a magasabb hatékonysággal, jobb üzemanyag-hasznosítással és magasabb biztonsági színvonalával haladja meg a második generációs technológiát. Az atomerőmű műszaki biztonsága ugyanakkor nagymértékben múlik a telephely adottságaitól, illetve attól a körülménytől, hogy a telephely adottságainak megfelelő paraméterekre tervezzék meg az erőművet.

Emiatt is elengedhetetlen egy jól felépített, teljes, minden részletre kiterjedő telephelyvizsgálati program, amely meghatározza azokat a telephelyi sajátosság-

kat, környezeti jellemzőket, ún. környezeti veszélyeket, amelyekre a létesítményt majd méretezni kell.

Magyarországon a hatályos jogszabályokkal összhangban ez a telephelyvizsgálat több szakaszra oszlik: először az engedélyesnek össze kell állítania egy telephelyvizsgálati programot, amelyet a nukleáris biztonsági hatóság, az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) szakhatóságok bevonásával ellenőriz, és ha a szabályokkal összhangban lévőnek találja, engedélyezi a program végrehajtását. A hatóság által jóváhagyott programot az engedélyes kompetens, tapasztalatokkal bíró szakcégek bevonásával valósítja meg, majd a vizsgálati eredményeket írásban összefoglalja. Az így készült dokumentációt újra benyújtja a hatósághoz, amely a dokumentációt értékeli, és ha megfelelőnek találta, akkor kiadja a telephelyengedélyt. A létesítmény további engedélyezési lépései ezt követően folytathatóak, így lesz majd az erőmű jóváhagyott tervek alapján felépíthető, később pedig üzembe helyezhető.

#### A NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK BIZTONSÁGÁNAK ASPEKTUSAI, A 3S-KONCEPCIÓ

Az atomenergetika területén belül három különböző biztonsági aspektusról szoktunk beszélni. Angol nyelvterületeken három jól elkülönült kifejezést alkalmaznak ezekre a területekre: *nuclear security*, *nuclear safeguards*, illetve *nuclear safety*, és ezeket együttesen a „3S” koncepciójának is szokták nevezni. A biztonság e három vonatkozása a hazai nukleáris szabályozásban a következők szerint jelenik meg.

A *nukleáris védettség vagy fizikai védelem* (nuclear security) az 1996. évi CXVI. számú törvény (URL3), az Atomtörvény (a továbbiakban Atv.) 2. § (30) bekezdése szerint azon tevékenységek, eszközök és eljárások összessége, amelyek a szabotázs, a nukleáris vagy más radioaktív anyaggal elkövetett, a Büntető Törvénykönyv szerinti visszaélés, közveszélyokozás, környezetkárosítás, illetve jogtalan eltulajdonítás megelőzésére, észlelésére, elhárítására és következményeinek kezelésére irányulnak. A nukleáris védettség részeként a nukleáris létesítmény tekintetében fizikai védelmi rendszert kell kialakítani, amely a nukleáris védettség elősegítését célzó belső szabályozás, technikai eszköztár és élőerős elhárítás összessége.

Emellett megkülönböztetjük a *nukleáris biztosítéki rendszert* (nuclear safeguards), amely egy komplex nemzetközi és hazai szabályozási rendszer, és az abból származtatható köteleességek összességét takarja, amely a nukleáris fegyverek elterjedésének, a nukleáris anyagok szándékolt eltulajdonításának megakadályozását célozza. Ennek érdekében a nukleáris anyagokról, azok mozgásáról és készleteiről országos nyilvántartási és ellenőrzési rendszert szükséges működtetni. Ezen előírással kapcsolatos kötelezettségek teljesítése, illetve a nemzetközi,

vagyis a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ), illetve az EURATOM ellenőrzési feltételeinek megteremtése hazánkban az OAH feladata.

A harmadik biztonsági kategória a *nukleáris biztonság* (nuclear safety). Az Atv. 2. § (29) bekezdése szerint a nukleáris biztonság a megfelelő üzemeltetési feltételek megvalósítása, balesetek megelőzése, illetve a balesetek következményeinek enyhítése a nukleáris létesítmény, valamint a radioaktív hulladék-tároló élelciklusának valamennyi fázisában, amelyek eredményeként megvalósul a munkavállalóknak és a lakosságnak a létesítmények ionizáló sugárzásából származó veszélyekkel szembeni védelme. Ez az a terület, amelyet jelen folyóiratcikk keretein belül részletesen bemutatunk.

### A NUKLEÁRIS BIZTONSÁG MINDENEKFELETT

Az atomerőművek vonatkozásában már-már közhelyként idézhető a nukleáris biztonsági szabályozás azon előírása, hogy a nukleáris biztonság minden más szemponttal szemben elsőbbsége van. Normál üzemben az atomerőmű egy rendkívül tiszta létesítmény: a hőkörfolyamat működtetéséhez elengedhetetlen környezeti hőkibocsátáson és a területfoglaláson kívül gyakorlatilag nincs környezeti hatása. Ugyanakkor a reaktorban az üzem során nagy mennyiségű radioaktív anyag halmozódik fel, amelytől a dolgozókat, a lakosságot és a környezetet meg kell óvni. Erre vonatkozóan szigorú szabályokat rögzítenek a biztonsági előírások és a tervezési elvek.

Az olyan biztonságkritikus területeken, mint a repülés, a vegyipar vagy az atomenergetika, rendkívüli jelentőségű a korábbi tapasztalatok hasznosítása, korábban megtörtént események tanulságainak beépítése a szabályozásba és a mérnöki gyakorlatba. Úgy is kifejezhetjük, hogy a tankönyveket időnként a történelem vérrel, nagy emberi vagy anyagi áldozattal írja, ugyanakkor a keserű tapasztalatok beépítése a mérnöki gyakorlatba nemcsak a tudásunkat bővíti, hanem a jövőbeli létesítményeket is jobbá, biztonságosabbá teszi. Persze csak akkor, ha a tapasztalatokat tényleg használjuk.

Ha visszatekintünk az atomenergia békés célú felhasználásának történelmére, három nagy hatású eseményt kell kiemelni, amelyek komoly nyomot hagytak a nukleáris biztonsági szabályozásban és a mérnöki gyakorlatban.

Az amerikai Three Mile Island atomerőmű 2. blokkjának (TMI-2) 1979-es balesete (Szatmáry–Aszódi, 2005) üzemeltetési, karbantartási és tervezési hibákra vezethető vissza, és jelentős hatást gyakorolt az emberi tényező kiemelt kezelésére, a képzési programok jelentőségének felértékelődésére, a blokkvezénylő tervezési elveinek fejlődésére, a valószínűségi alapú biztonsági elemzésekre és a tervezési alapon túli, ún. súlyos balesetek kutatására. A TMI-2 atomerőmű ugyanakkor jól vizsgázott a tekintetben, hogy a megfelelően tervezett hermetikus védőépület meg

tudta akadályozni a környezet szennyeződését, a radioaktív anyagot a létesítményen belül tartotta, annak ellenére, hogy a reaktor maga tönkrement a baleset során.

A Szovjetunió területén 1986-ban bekövetkezett csernobili baleset alapvető oka tervezési hibák sorozata volt (Szatmáry–Aszódi, 2005). A tervezők nem vettek figyelembe, nem tartottak be egy sor olyan nukleáris biztonsági előírást, amely nemcsak a nemzetközi jó gyakorlatok között, hanem az akkori szovjet szabályozásban is rögzítve volt (URL4). A biztonsági kultúra hiányosságai, a tervező és üzemeltető szervezetek nem kellően biztonság tudatos működése oda vezetett, hogy egy rosszul megtervezett, nem engedélyezett és rosszul kivitelezett üzemi kísérlet során a reaktort olyan üzemállapotba manőverezték, amelyben a konstrukciós hibák a legnagyobb mértékben összeadódhattak. A következmények jól ismertek: a 4. reaktorban a láncreakció megszaladt, és az abban történt két, egymást követő robbanás során felszabadult hatalmas energia kinyitotta a reaktort a környezet felé. A védőépület hiánya és a hibás tervek következtében nagy környezeti kibocsátás történt, amely jelentősen károsította a környezetet és az érintett területen élő lakosság egészségét. A Szovjetunió elhibázott kommunikációja teljes bizalomvesztéshez vezetett. Csernobil felhívta a figyelmet a nukleáris biztonsági szabályok konzisztens és következetes betartásának fontosságára, a tervezők kiemelt felelősségére, az országok, üzemeltetők és hatóságok közötti őszinte és nyitott kommunikáció jelentőségére.

A japán Fukushima Dai-Icsi (Fukusima I.) atomerőmű 2011-es balesete a tervezési alap hibás megválasztásának iskolapéldája (Szatmáry–Aszódi, 2005). A hat blokkot magába fogadó telephely jól vizsgázott a közelben bekövetkezett rekord nagyságú, 9,1-es magnitúdójú Nagy Tóhoku földrengést követő rengések során, ugyanakkor alkalmatlannak bizonyult a földrengést követő szökőár kezelésére. Habár a szökőár négy közeli atomerőmű telephelyét is elérte, egyedül a Fukushima Dai-Icsi atomerőműben okozott olyan károkat, hogy annak következtében reaktorbaleset is bekövetkezhetett. Az ok a tervezők munkájában keresendő: az egykori tervezés során a telephelyre jellemző, a méretezés alapjául szolgáló cunami nagyságát nem megfelelően vették fel. A történelmi cunami – utóbb hibásnak bizonyuló – elemzése alapján a méretezési cunami vízszintemelkedését 3,5 m körülire becsülték, amihez illeszkedően a vízkivételi művet a normál nyugalmi tengerszint fölé 5,7 m-rel, az üzemi épületek szintjét a tengerszinthez viszonyítva 10–13 m magasra tervezték. Ehhez képest a Nagy Tóhoku földrengést követő cunami 15–30 m magas árhullámmal érte el a telephelyet, és olyan létfontosságú biztonsági rendszereket tett tönkre, hogy utána a blokkok hűtése ellehetetlenült, így három blokkban is olyan súlyos, zónasérüléshez vezető folyamatok játszódtak le, amelyek következtében jelentős, a csernobilivel összemérhető nagyságú környezeti kibocsátás történt.

Nagy különbség ugyanakkor a csernobili és a fukusimai baleset között, hogy amíg a csernobili baleset esetén a szovjet hatóságok lakosságvédelmi intézke-

dései megkésve és nem kellő hatékonysággal történtek, addig – többek között a csernobili tapasztalatok hatására – a balesetelhárítási felkészülés jelentősen nagyobb hangsúlyt kapott az azt követő időszakban világszerte, és a japán hatóságok lakosságvédelmi intézkedései a fukusimai balesetet követően hatékonynak bizonyultak, így ott emberéletben a sugárzás miatt nem keletkezett kár.

A fukusimai baleset legfontosabb üzenete, hogy a létesítmény tervezési alapjául szolgáló telephelyi jellemzőket jól kell meghatározni ahhoz, hogy a létesítményt a környezeti veszélyekre megfelelően lehessen megtervezni. A Fukushima Daiini atomerőművet (a fukusimai atomerőmű II. telephelye), amely mindössze 12 km-re volt a balesetet szenvedő I. telephelytől, gyakorlatilag ugyanakkora szökőárhullám érte el, mint az I. telephelyet, ott mégsem következett be reaktor-baleset. Hogy miért? Mert a tervező ott gondosabb volt: a telephelyet magasabbra tette, és a létesítményeket jobban védte egy lehetséges árhullám negatív hatásaitól. Ráadásul, bizonyos biztonsági rendszerek térbeli szeparációjának és diverzitásának elveit is jobban alkalmazta: betervezett és beépített olyan üzemzavari dízelgenerátort is, amely nem tengervízűhűtéssel, hanem levegőhűtéssel működött, valamint magasabb szinten helyezték el azt, így a cunami árhulláma után is működőképes maradt, ezáltal pedig el tudta látni a legfontosabb üzemzavar-kezelő rendszereket villamos energiával.

Az Európai Unió tagországai és maga az Európai Bizottság nagyon gyorsan és határozottan reagált a fukusimai balesetre. Néhány héttel a japán földrengést követően az Európai Bizottság elrendelte az európai atomerőművek rendkívüli biztonsági felülvizsgálatát, az ún. stressztesztjét vagy célzott biztonsági felülvizsgálatát (CBF) (Aszódi–Boros, 2012). Ebben arról kellett meggyőződni, hogy az európai atomerőmű-telephelyek külső, természeti eredetű veszélyekkel szembeni védelme megfelelő-e, a létesítmények tervezési alapjában szereplő veszélyek – a japán események fényében is – jól lettek-e meghatározva, a létesítmények kellő tartalékokkal bírnak-e az ún. végső hőnyelő és a külső hálózati betáplálás elvesztésével szemben, valamint a tervezési alapon túli, ún. súlyos balesetek kezelésére fel vannak-e készülve. Ahol a vizsgálatok hiányosságokat tártak fel, ott a nemzeti hatóságok előírták rendkívüli biztonságnövelő intézkedések végrehajtását.

Ezen túl az Európai Bizottság módosította az EU-ban legmagasabb szintű nukleáris biztonsági előírást, a nukleáris biztonsági irányelvet, és előírta, hogy az új nukleáris létesítményeket úgy kell megtervezni, hogy azokból a nagy és korai radioaktív kibocsátásokat el lehessen kerülni (URL5). Az új, szigorúbb előírások minden olyan új nukleáris létesítményre vonatkoznak, amelyekre első alkalommal 2014. augusztus 14-ét követően adnak építési engedélyt (URL5). Ezek az előírások szükségessé teszik az új atomerőművek, így a Paks II. esetére is a telephelyjellemzők minden korábbinál szigorúbb és konzervatívabb meghatározását, valamint olyan robusztus konstrukciós megoldások alkalmazását, amelyekkel a fenti elvek teljesíthetők.

Ez a magas szintű jogszabályi környezet és annak a nemzeti szintű nukleáris biztonsági szabályozási implementációja megfelelő alap arra, hogy biztonságos, a legkorszerűbb követelményeket teljesítő atomerőművek létesüljenek az Európai Unión belül, így Magyarország területén is.

### A NUKLEÁRIS BIZTONSÁG NEM STATIKUS

A fent idézett eset, az európai atomerőművek rendkívüli, célzott biztonsági felülvizsgálata a fukusimai balesetet követően jó példa arra, hogy mi a teendő, ha egy új körülmény vagy esetleg kétely merül fel azzal kapcsolatban, hogy a létesítmények kellően biztonságosak-e.

Egy másik, hatékony eszköz erre a célra az időszakos biztonsági felülvizsgálatok (IBF) rendszere. Az Atomtörvény a 9. paragrafusában előírja, hogy az üzemelő nukleáris létesítmények biztonságát, a biztonsági követelmények teljesítését, valamint a kockázat mértékét rendszeres időközönként teljeskörűen elemezni és értékelni kell (URL3). Ennek során az üzemeltetési tapasztalatokat és a biztonsággal kapcsolatos új ismereteket is fel kell használni.

A magyar szabályozás szerint az IBF-ek periódusideje tíz év, tehát minden működő nukleáris létesítmény esetén tízévente újra kell értékelni a nukleáris biztonság szintjét. Ennek során megvizsgálják azt is, hogy a kockázatokban történt-e változás, és ha az intézkedést igényel, a felülvizsgálat kapcsán műszaki vagy adminisztratív intézkedésekkel a helyzetet kezelni kell.

Ha például egy, a világ másik pontján működő atomerőműben felismernek egy romlási folyamatot, műszaki problémát, amely releváns lehet, akkor az IBF keretében az kötelezően elemzésre kerül, és a szükséges intézkedéseket meg kell tervezni, majd végre kell hajtani. Az IBF-ek rendszere arra is alkalmas, ha a környezeti veszélyekben vagy a telephellyel kapcsolatos ismeretekben új körülmény vagy információ merül fel, akkor az alapján intézkedni lehet a létesítmény biztonságának növelése érdekében.

Az IBF mint intézmény 1996 óta része a magyar nukleáris biztonsági szabályozásnak. Az első magyarországi reaktor, ami átesett a legelső biztonsági felülvizsgálaton, éppen e tanulmány íróinak munkahelye, a műegyetemi Oktatóreaktor volt. A paksi atomerőmű jelenleg is működő VVER-440-es blokkjain is számos olyan biztonságnövelő intézkedést hajtottak végre az elmúlt évtizedekben, amelyek szükségességét éppen egy IBF kapcsán tárták fel, és határozták el.

Érdekes (és sajnálatos) történelmi tény, hogy Japánban az IBF-ek rendszerét nem alkalmazták, így – bár felmerült 2011 előtt, hogy a Fukushima Dai-icsi telephely cunami-veszélyeztetettségét nem megfelelően határozták meg a tervezés során – nem volt olyan kötelező jogszabályi elem, amely az üzemeltetőt és a hatóságot cselekvésre kényszerítette volna. A biztonság célzott vagy időszakos felülvizsgálata tehát

egy rendkívül hasznos és hatékony eleme a modern nukleáris biztonsági szabályozásnak, amelyet mint jó gyakorlatot tartanak számon a nemzetközi nukleáris szakmában, és amellyel biztosítani lehet, hogy a biztonság ne statikus, hanem dinamikus jellemzője legyen egy több évtizeden át működő létesítménynek.

## AZ ATOMERŐMŰ TERVEZÉSÉNEK ALAPJAI

Általános nukleáris biztonsági célkitűzés a lakosság és a környezet védelmének biztosítása az ionizáló sugárzás veszélyeivel szemben, míg a sugárvédelmi célkitűzés szerint biztosítani kell, hogy az atomerőmű üzemeltetése során az üzemeltető személyzet és a lakosság sugárterhelése mindenkor az előírt határértékek alatt, az észszerűen elérhető legalacsonyabb szinten tartható legyen. A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII. 11.) Kormányrendelet, a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (a továbbiakban NBSZ) (URL6) az Atomtörvényben foglaltak végrehajtását segítő kormányrendelet, egyben az atomerőművek tervezésének jogszabályi előírásait is tartalmazza.

Az NBSZ 6. § (4) pontja szerint műszaki biztonsági célkitűzés, hogy az üzemi zavari események bekövetkezése nagy biztonsággal megelőzhető vagy megakadályozható legyen, a nukleáris létesítmény tervezésénél figyelembe vett valamennyi feltételezett kezdeti esemény esetén a lehetséges következmények az elfogadható mértéken belül legyenek, valamint a balesetek valószínűsége kellően alacsony legyen.

Egy atomerőmű tervezése a mérnöki gyakorlatban speciális terület, ahol nem elég meghatározni a várható terheléseket, valamint az ezekből adódó mértékadó terheléseket, amelyeket a méretezés során figyelembe kell venni. Az alapvető biztonsági funkciók teljesítése érdekében az események széles körére és az abból eredő kihívásokra kell az atomerőművet felkészíteni, azoknak műszakilag meg kell felelni.

A tervezés során a normál energiatermelési folyamat követelményeinek való megfelelésen túl gondoskodni kell három fő biztonsági funkció teljesítéséről.

1. A mérnöki tervezés alapja az, hogy a reaktornak, az abban lévő nukleáris anyagnak minden körülmények között hűthetőnek kell lennie, tehát nemcsak a normál energiatermelési folyamatban kell biztosítani a hő elvitelét, hanem a reaktor leállított állapotában is gondoskodni kell az üzemanyagban található radioaktív hasadási termékek bomlásából származó, ún. maradványhő elszállításáról.
2. A láncreakciót hatékonyan kell tudni szabályozni, továbbá a nukleáris láncreakció biztonságos leállításáról és a reaktor biztonságos szubkritikus állapotban tartásáról mindenkor gondoskodni kell, amikor az szükségessé válik.



3. A harmadik, szintén rendkívül fontos biztonsági funkció, hogy a radioaktív anyagnak minden körülmények között a létesítményen belül kell maradnia, vagyis biztosítani kell, hogy az ne jusson ki a környezetbe. Az ún. konténment funkcióval biztosítani kell a radioaktív anyagok visszatartását, továbbá azt, hogy a normál üzemi és üzemzavari kibocsátások az előírt határértékek alatt maradjanak.

A tervezés feladata, hogy olyan műszaki megoldásokat alakítson ki, amelyek segítségével a biztonsági funkciók normál üzemi és üzemzavari körülmények között is teljesíthetők. Az engedélyezési folyamat során igazolni kell, hogy a biztonsági célkitűzéseket, valamint a vonatkozó nukleáris biztonsági előírásokat, követelményeket ténylegesen teljesíteni lehet.

A követelmények között szerepel, hogy fel kell állítani azon ún. kezdeti események listáját, amelyek kihívás elé állíthatják az erőmű rendszereit, és igazolni kell, hogy ezeket a kezdeti eseményeket, az azokból származó eseménysorokat a mérnöki rendszerek képesek úgy lekezelni, hogy közben a biztonsági célkitűzések teljesülnek, a rendszer működése a határértékek között marad.

A lehetséges kezdeti események vizsgálata során értékelni kell a természet, illetve az ember által okozott hatásokból származó külső és belső eredetű veszélyeket, foglalkozni kell az erőmű belső technológiájával, sőt az üzemeltető hibájából származó potenciális kezdeti eseményekkel is.

#### A MÉLYSÉGI VÉDELEM ELVE

Egy atomerőművet többek között úgy kell megtervezni, hogy annak konstrukciója biztosítsa a potenciális veszélyforrások hatásaival szembeni védelmet annak érdekében, hogy balesetek elhanyagolható valószínűséggel fordulhassanak elő, és hogy a létesítmény a tervezési alap keretein belül teljesítse az alapvető biztonsági funkciókat. A tervezési alapba tartoznak egyebek mellett

- követelmények, amelyekre az atomerőművet, rendszereit és rendszerlemeit tervezik;
- paraméterek és értéktartományt azonosító információk, korlátok és határértékek, amelyekre az atomerőmű terveinek érvényessége kiterjed; illetve
- üzemállapotok, amelyeket eredményező események potenciális bekövetkezése a tervezés során figyelembe veendő.

Új atomerőművek esetében az *1. ábrán* ismertetett üzemállapotokat különböztetjük meg, ezek közül az ún. TA1–TA4-ig tartó üzemállapotok, azaz rendre normál üzemállapotok, várható üzemi események, illetve tervezési üzemzavarok képezik a tervezési alap részét (URL6).

	A	B	Ce	D	E	F
1.	Tervezési alap				Tervezési alap kiterjesztése	
2.	Normál üzemi állapot	Tervezési alapba tartozó üzemiállapotok			Tervezési alapot meghaladó üzemiállapotok	
3.			Tervezési üzemzavarok			
4.	Normál üzem	Várható üzemi események	Kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	Nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	Komplex üzemzavarok	Súlyos balesetek
5.	TA1	TA2	TA3	TA4	TAK1	TAK2

**1. ábra.** Az NBSZ által meghatározott üzemiállapotok új atomerőművek esetében (URL6) (a táblázatban a TA rövidítés a tervezési alapra, a TAK rövidítés a tervezési alap kiterjesztésére utal, összhangban az NBSZ szóhasználatával) (saját szerkesztés)

A mélységi védelem elve a tervezési gondolkodás egymásra épülő szintjeit jelenti (Szatmáry–Aszódi, 2005; URL3; URL6), ami alapján a következő öt szintre építjük a műszaki intézkedéseket:

1. Törekszünk a normál üzemi állapottól való eltérések és hibák elkerülésére, mégpedig úgy, hogy konzervatív tervezési elveket alkalmazunk, magas színvonalon tervezzük meg és üzemeltetjük a rendszereket, továbbá az üzemi paramétereket előírt határok között tartjuk. A rendszer a TA1 (normál üzem) kategóriájú üzemiállapotokban van.
2. Szabályozó és biztonságvédelmi rendszerek segítségével kezeljük a normál üzemi állapottól eltérő állapotokat és hibákat. A rendszer a TA2 (várható üzemi események) kategóriájú üzemiállapotokban lehet.

A mélységi védelem 1. és 2. szintjén nem lehetnek a normál üzemi hatósági korlátokat meghaladó, telephelyen kívüli radiológiai hatások.

3. Az 1. ábra szerinti kis gyakoriságú (TA3) és nagyon kis gyakoriságú (TA4) üzemzavarok kezelésére erre dedikált biztonsági rendszereket és üzemzavar-elhárítási utasításokat alkalmazunk a radioaktív kibocsátás korlátozása és a reaktor üzemanyaga megolvadásának megelőzése érdekében. A TA3–TA4-üzemiállapotokban nem lesz, vagy csak minimális mértékű lesz a telephelyen kívüli radiológiai hatás.

A fukusimai balesetet követően módosított szabályozás értelmében a tervezési alap kiterjesztésébe tartozó komplex üzemzavarok (TAK1-állapotok) szintén ke-

zelendőek az üzemanyag olvadásának megakadályozása mellett minimális, telephelyen kívüli hatásokkal úgy, hogy további biztonsági rendszereket kell ebből a célból beépíteni.

4. A tervezési alap kiterjesztésébe tartozó súlyos balesetek (TAK2) esetén a reaktorzóna sérülése nem kerülhető el, de olyan kiegészítő biztonsági eszközöket kell betervezni és beépíteni, amelyek az üzemanyag olvadását korlátozzák, és a nagy vagy korai kibocsátásokat gyakorlatilag kizárják. Ennek hatására egy ilyen nagyon kis valószínűségű, de a reaktor szempontjából súlyos esemény sem járhat telephelyen kívüli súlyos hatással, a telephelyen kívüli radiológiai hatás csak térben és időben korlátozott lakossági óvintézkedések bevezetését teheti szükségessé.
5. A telephelyen kívüli jelentős hatás csak nagyon súlyos baleset esetén képzelhető el, amelyet előre kidolgozott telephelyi és telephelyen kívüli baleset-elhárítási intézkedésekkel, beavatkozásokkal kell kezelni, a következményeit csökkenteni.

Új atomerőművet tehát nemcsak villamosenergia-termelésre, tágabb értelemben normál üzemre kell tervezni, hanem olyan kezdeti eseményekre is, amelyek kilendítik az atomerőművet a normál üzemállapotából, és várható üzemi eseményeket, tervezési üzemzavarokat eredményezhetnek. A nukleáris biztonsági szabályozási rendszer szigorodásával azonban a tervezési alapot meghaladó üzemállapotokat eredményező események és eseménykombinációk további csoportját is figyelembe kell venni a tervezés során, ekként bevezetésre került a tervezési alap kiterjesztésének a fogalma.

Az NBSZ 3/a kötete tartalmazza az új atomerőművi blokkok tervezési követelményeit, mely kötet értelmében a kezdeti eseményeket, eseménykombinációkat a hozzájuk tartozó gyakoriságuk alapján üzemállapotokhoz kell rendelni. Az NBSZ új atomerőművek esetében a 2. ábra szerinti hozzárendelési szabályt követeli meg a tervezési alapba (TA) tartozó üzemállapotokra.

A tervezési alap kiterjesztése (TAK) tekintetében két üzemállapot-kategóriát különböztet meg az NBSZ 3a.2.2.0300. rendelkezése, ezek a TAK1- és TAK2-üzemállapotok. A TAK1-üzemállapot az aktív zónában és a pihentetőmedencében található üzemanyag olvadásával nem járó komplex üzemzavar, míg a TAK2-üzemállapot az üzemanyag jelentős olvadásával járó súlyos baleset.

Az atomerőműre vonatkozó tervezési követelmények meghatározásakor többek között minden olyan, a tervezett atomerőmű telephelyével és környezetével kapcsolatos emberi és természeti eredetű, külső és belső eseményt figyelembe kell venni, amely a tervezési alaphoz vagy a tervezési alap kiterjesztéséhez tartozó üzemállapotot eredményezhet. Az NBSZ meghatározza azon külső veszélyeztető tényezők körét is, amelyeket legalább figyelembe kell venni a tervezés során.

Az NBSZ ezen veszélyeztető tényező kategóriához tartozó feltételezett kezdeti események köréből kiszűrhetőnek minősíti

- a telephelyre jellemző külső emberi tevékenységből származó olyan eseményeket, amelyek gyakorisága  $10^{-7}$ /évnél kisebb;
- azokat a veszélyeztető tényezőket, amelyekről igazolható, hogy olyan távolságban vannak, hogy az atomerőművi blokkra azok várhatóan nem gyakorolnak hatást;
- valamint a  $10^{-5}$ /évnél kisebb gyakorisággal ismétlődő természeti eredetű külső hatások által kiváltott valamennyi kezdeti eseményt.

	A	B	C
1.	Üzemállapot	Megnevezés	Esemény gyakoriság (f [1/év])
2.	TA1	normál üzem	–
3.	TA2	várható üzemi események	$f \geq 10^{-2}$
4.	TA3	kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$
5.	TA4	nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$

**2. ábra.** Az NBSZ által meghatározott eseménygyakoriság intervallumok tervezési alapba tartozó üzemállapotokhoz történő hozzárendelése (URL6) (saját szerkesztés)

Megjegyzendő, hogy vannak olyan kezdeti események, amelyek esetében az NBSZ kivételt tesz a gyakoriság szerinti kiszűrhetőség tekintetében. Így például a nagy utasszállító repülőgép és a katonai repülőgép létesítményre való rázuhánását posztulálni kell, vagyis a tervezés során fel kell tételezni, függetlenül annak valószínűségétől. A témához tartozik, hogy az NBSZ 3a.3.6.3100. pontja azt is előírja, hogy „a katonai és polgári repülőgép becsapódás esetére biztosítani kell a TAK1 üzemállapotra vonatkozó követelmények teljesítését”. Erre az esetre tehát olyan tervezési megoldásokat kell alkalmazni, hogy a reaktorzóna megolvadását még egy ilyen extrém esetben is meg kell tudni akadályozni, valamint a korai és nagy kibocsátásokat el kell tudni kerülni. Ennek a rendkívül szigorú NBSZ-előírásnak a teljesítése egy nagyon robusztus, más külső hatások elviselésére is alkalmas erőművi konstrukciót eredményez, ami a létesítmény minden más külső hatásokkal szembeni védelme szempontjából is nagyon előnyös.

Az atomerőművek tehát komplex, bonyolult létesítmények, az NBSZ által meghatározott események kezelésére alkalmas mérnöki rendszerekkel, műszaki

megoldásokkal rendelkeznek, melyekkel a biztonsági célkitűzések mindenkori érvényesíthetősége biztosítható. A rendszerek, rendszerelemek tervezésénél a redundancia, a diverzitás, a függetlenség és a térbeli szeparáció követelményrendszerét maradéktalanul szem előtt kell tartani, a mélységében tagolt védelem elvénél alkalmazásával pedig egymástól független védelmi szintek felépítésével biztosítani kell, hogy a potenciális meghibásodások, normál üzemállapottól való eltérések észlelhetőek, ellensúlyozhatóak, kezelhetőek, esetleges következményeik mérsékelhetőek legyenek (Szatmáry–Aszódi, 2005).

Új atomerőműveknek a fent ismertetett biztonsági filozófia szerinti tervezéséhez azonban megfelelő mennyiségű, körű és mélységű információ szükséges. Az NBSZ által meghatározott, a tervezés során legalább figyelembe veendő külső eredetű veszélyek körében szerepelteti egyebek mellett a telephely földtani alkalmasságának igazolásánál figyelembe vett földtani adottságokat is, így különösen a földrengést és talajfolyósodást. A telephely alapos földtudományi jellemzése, a telephelyjellemzők helyes meghatározása és az ezek alapján végrehajtott helyes méretezés, a biztonsági rendszerek megfelelő kialakítása, elhelyezése tehát alapvető követelmények, hiszen mindez jelentősen befolyásolja azt, hogy egy kezdeti eseményt követően milyen következményekkel kell számolnunk.

#### A PAKS II. PROJEKT NUKLEÁRIS ENGEDÉLYESE

Az Atomtörvény (URL3) definícióját használva az *engedélyes* az atomenergia alkalmazói közül az, aki hatósági engedéllyel engedélyköteles tevékenységet folytat. Emellett az NBSZ értelmében a nukleáris létesítmény, így az új atomerőmű biztonságos üzemeltetéséért, a nukleáris biztonsági követelmények betartásáért és betartatásáért az atomerőmű teljes életciklusa alatt a felelősséget az *engedélyes* viseli.

A Paks II. projekt esetében a tulajdonos állam a Paks II. Atomerőmű Zrt.-t (későbbiekben Projektársaságot) jelölte ki a projekt megvalósítására, így a Projektársaság feladata többek között az, hogy az új atomerőművi blokkok telephelyének kiválasztásánál, a blokkok megtervezésénél, megépítésénél, üzembe helyezésénél és üzemeltetésénél az általános nukleáris biztonsági, sugárvédelmi és műszaki célkitűzéseket érvényesítse, azok és az NBSZ-ben rögzített nukleáris biztonsági követelmények maradéktalan teljesülését igazolja. Ennek teljesítését a nukleáris biztonsági hatóság, az OAH ellenőrzi.

A Paks II. projekt megvalósítása során így több mint hatezer különféle engedély megszerzésére lesz szükség, ezek közül az egyik alapvető fontosságú folyamat a telephelyengedély megszerzése.

A telephely-engedélyezési eljárás során teljesítendő követelményeket alapvetően az NBSZ 7. melléklete határozza meg, amelyhez két további, az 1.1. és 7.1. számú OAH-útmutató (URL7, URL8) is kapcsolódik.

A telephely-engedélyezési eljárás kétlépcsős folyamat: az OAH engedélye szükséges egyrészt az új atomerőmű telephelyének vizsgálatához és értékeléséhez (ez az ún. telephelyvizsgálati és -értékelési engedély), illetve erre épülve egy további engedély szükséges az új atomerőmű telephelye jellemzőinek és alkalmaságának megállapításához (ez maga a telephelyengedély). Az NBSZ 7. kötete szerint a telephelyvizsgálat és -értékelés célja a létesítést esetlegesen kizáró telephelyjellemzők azonosítása, a telephelyre vonatkozó veszélyeztető tényezők vizsgálata és értékelése, valamint a tervezés során figyelembe veendő, a telephelyre és a nukleáris létesítményre vonatkozó adatok meghatározása.

### A TELEPHELY-ENGEDÉLYEZÉS A PAKS II. PROJEKTBEN

Mint minden telephelynek, a Paks II. atomerőmű blokkjai telephelyének is egyedi jellemzői vannak, ezen jellemzők helyes meghatározása a megfelelő tervezéshez elengedhetetlen. A telephely-engedélyezésnek, illetve a telephelyvizsgálati programnak alapvető feladata, hogy bemutassa, milyen természeti és emberi eredetű külső hatások érhetik a nukleáris létesítményt. Rendelkezésre kell állniuk azoknak a telephelyi veszélyeket jellemző adatoknak, amelyeket – a nukleáris biztonsági szabályok betartása mellett – az atomerőmű tervezése során figyelembe kell venni.

A veszélyek számszerűsítése mellett arról is meg kellett győződni, hogy a Paks II. Atomerőmű blokkjainak leendő telephelyén nincsen olyan körülmény, amely kizárná ott az új létesítmény telepítését. Tehát a telephely engedélyezési folyamatának két jól elkülönülő, de a nukleáris biztonság szempontjából kulcsfontosságú célja van: a paksi telephely új blokkok befogadására vonatkozó alkalmaságának bizonyítása, illetve a fent részletesen bemutatott, nukleáris biztonságra való tervezés követelményeinek való megfelelést illetően a tervezés során figyelembe veendő telephelyjellemzők meghatározása.

A kétlépcsős eljárásnak megfelelően a Paks II. projektársaság 2014. április 11-én nyújtotta be az OAH-hoz az új atomerőművi blokkok telephelyének vizsgálatára és értékelésére vonatkozó engedély iránti kérelmét. Az engedélykérelmi dokumentáció részeként benyújtott telephelyvizsgálati és -értékelési program tartalmát a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség missziója is megfelelőnek találta, az OAH mint eljáró hatóság pedig 2014. november 14-én kiadott határozatával elfogadta azt. A jogerős telephelyvizsgálati és -értékelési engedély kiadásával a nukleáris biztonsági hatóság a beadott telephelyvizsgálati és -értékelési program szerinti vizsgálati és értékelési módszerek, valamint elméleti megfontolások megfelelőségét fogadta el, és a telephelyvizsgálati és -értékelési program alapján szükséges további vizsgálatok elvégzésére jogosította fel a Projektársaságot.

A Projektársaság 2015 tavaszán kezdte meg a telephelyvizsgálati és -értékelési program földtudományi keretprogramjának, a Földtani Kutatási Programnak (FKP) a végrehajtását. A kutatási programot a 21. század technikai lehetőségeit kihasználva, a korszerű műszaki-tudományos ismeretek színvonalán a Projektársaság által megbízott szakértő vállalatok hajtották végre.

A programot többszintű és folyamatos, szakértői és tudományos koordináció, hatósági ellenőrzés kísérte végig. Az FKP részeként – többek között – összesen 11 ezer méternyi kutatófúrást (ezek között sekély és mélyfúrásokat is) végeztek, a földrengés-veszélyeztetettség jellemzésére pedig 150 méter mélységben, új mikro szeizmikus monitoring állomásokat létesítettek az atomerőmű telephelye körül. A földtudományi szakterületre és azon belül a földrengés-veszélyeztetettség kérdésre nagyobb hangsúly került, hiszen a földrengésekből több olyan hatás is származik, amely egy épített szerkezet számára kihívást jelenthet, továbbá azt az NBSZ is kiemelt jelentőségű külső természeti eredetű veszélyként nevezi meg, de a paksi telephelyvizsgálat során valamennyi külső eredetű veszélyt alaposan áttekintették és értékelték.

### A FÖLDTANI VESZÉLYEK ÉRTÉKELÉSE ÉS JELENTŐSÉGE

A külső veszélyek közül a földrengés több szempontból is izgalmas a létesítmények biztonsága szempontjából. A földrengés megrázza a telephelyet és a létesítményt, különböző erőhatásokat váltva ki ezáltal. Földrengés hatására esetenként tektonikus törés menti elmozdulás, ún. elvetődés jöhet létre. A földrajzi viszonyoktól függően a földrengés cunamihoz vezethet (a paksi telephely tekintetében természetesen ilyesmi nem lehetséges, így a cunamiveszéllyel a paksi telephelyen nem kell foglalkozni). Továbbá földrengés hatására talajfolyósodás is létrejöhet, ami szintén műszaki kihívások elé állíthatja a létesítmény tervezőit.

A megrázásból tipikusan vízszintes erőhatások keletkeznek, a létesítmény vízszintes gyorsulásnak van kitéve, amelynek komoly következményei lehetnek abban az esetben, ha a vízszintes erőhatásokra nem számítunk előre, nem készítjük fel az adott létesítményt azok elviselésére. Amennyiben ismerjük, hogy milyen megrázás fordulhat elő, képesek vagyunk olyan mérnöki megoldásokat alkalmazni, amelyek megakadályozzák a létesítmény sérülését.

A földrengés másik hatása a felszín elmozdulásának, elvetődésének lehetősége. Ha egy földrengés következtében vetődés menti elmozdulás közvetlenül egy nukleáris létesítmény alatt következne be, méghozzá a talaj jelentős elmozdulásával kísérve, az érintett épület vagy épületek elveszíthetnék az alátámasztásukat. Amennyiben egy létesítmény nincsen erre felkészítve, ennek következtében meg is sérülhet. A mérnöki létesítmény szempontjából a kérdés az, hogy egy adott

telephelyen előfordulhat-e ilyen elmozdulás, és ha igen, az képes-e a felszínig felhatolni, és okozhat-e jelentős és maradó elmozdulást úgy, hogy az érintheti a létesítményt.

Arra is választ kellett adni, hogy mekkora földrengés fordulhat elő a telephely környezetében. Tudnunk kell, hogy egy földrengés a létesítménytől milyen távolságban pattanhat ki, és ismernünk kell a rengést közvetítő geológiai közeg jellemzőit, valamint azt, hogy milyen intenzitással jellemezhető egy adott gyakorisággal bekövetkező földrengés a telephelyen és annak releváns környezetében, összességében pedig az milyen talaj menti gyorsulást képes előidézni a létesítményben.

Az NBSZ külön előírja azt is, hogy Magyarországon is foglalkozni kell a talajfolyósodás veszélyével, vizsgálni kell, hogy a talajfolyósodás jelensége a tervezett telephelyen bekövetkezhet-e, és talajfolyósodás veszélye esetén értékelni szükséges, hogy mérnöki megoldásokkal az kiküszöbölhető-e.

A Paks II. projekt Földtani Kutatási Programjának célja tehát az volt, hogy a legmodernebb eszközökre, technikákra és módszertanra alapozott tudományos és szakértői vizsgálat során megkérdőjelezhetetlenül egyértelmű választ lehessen adni a fenti kérdésekre.

#### AZ EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA A PAKS II. PROJEKTBEN

A 2014 óta tartó folyamatos vizsgálati munka előzetes eredményeiről az érdeklődő nyilvánosságot széles körben először a 2016. május 6-án a Magyar Tudományos Akadémia nagytermében, *Az új atomerőművi blokkok telephelyvizsgálatának tudományos eredményei* címmel tartott konferencia keretein belül tájékoztattuk. 2015 és 2016 során megtörtént a telephelyvizsgálati és -értékelési program végrehajtása a paksi telephelyen és annak környezetében. A legkiválóbb hazai szakemberek a kor műszaki-tudományos színvonalán elvégzett, átfogó vizsgálati program részfeladatainak, kutatási tevékenységeinek eredményei alapján elkészült jelentések minden ismeretlemének tanulmányozása, értékelése és figyelembevétele mellett elkészítették az FKP Zárójelentését, az abban foglalt ismeretanyag figyelembevételével pedig a telephelyengedély-kérelem részeként az OAH-hoz benyújtották a telephelybiztonsági jelentést (a továbbiakban TBJ).

A TBJ valamennyi rendelkezésre álló ismeretet összesítő, szintetizáló tanulmány, amelyet a Projektársaság a telephelyengedély iránti kérelme részeként 2016. október 27-én nyújtott be az OAH-hoz. Az FKP eredményei közérthető bemutatásának céljából a fenti, széles körű tájékoztatás mellett fórumsorozatot indítottunk: 2016. november 18-án Pakson, 2016. november 30-án Szekszárdon, míg 2016. december 5-én Kalocsán tartottunk lakossági tájékoztatót. A telep-



hely-engedélyezési eljárás kötelező elemeként 2016. december 13-án került sor a telephely-engedélyezési eljáráshoz kapcsolódó közmeghallgatásra az OAH szervezésében.

Az OAH a teljes dokumentáció birtokában, annak többrétű értékelése mellett, a végrehajtás során ellenőrzéseket végezve, a közvéleményt bevonva és meghallgatva, és ugyancsak a teljes ismeretanyaggal rendelkező független szakértők álláspontjának figyelembevételével a jogszabályi előírások teljesülését igazolva 2017. március 30-án kiadta a Projektársaság számára a telephelyengedélyt. A telephelyengedély kiadásával a nukleáris biztonsági hatóság a létesítést kizáró telephelyjellemzők hiányának igazolását, továbbá a telephelyvizsgálat lefolytatásának, a telephelyvizsgálat alapján megállapított adatok értékelésének és az értékelésből származtatott telephellyel összefüggő tervezési adatok meghatározásának megfelelőségét, valamint a telephely alkalmasságát elfogadta.

## KONKLÚZIÓ

Jelen cikkben bemutatjuk a nukleáris létesítmények biztonságával kapcsolatos diszciplinákat, részletesen kitérve a műszaki nukleáris biztonság kérdéseire. Bemutattuk a mélységi védelem elvét, amely alapja annak a mérnöki gondolkodásnak, amelyet alkalmazunk egy nukleáris létesítmény megtervezése során. Elhelyeztük a telephely-engedélyezést az atomerőmű engedélyezési rendszerében, és ismertettük, hogy a Paks II. projekt esetében milyen fő lépésekből és elemekből állt ez a folyamat.

A telephelyvizsgálati eredmények, valamint az azokat leíró telephelybiztonsági jelentés alapján a telephely-engedélyezési eljárásban bemutatásra és igazolásra került, hogy a paksi telephely alkalmas az új blokkok befogadására, a kor műszaki-tudományos színvonalán a telephelyre jellemző körülmények és veszélyek a tervező által a hatályos nukleáris biztonsági követelményeknek megfelelően kezelhetők, és meghatározásra kerültek azok a paraméterek, amelyek alapján a blokkok a nukleáris biztonsági követelményrendszernek maradéktalanul eleget téve megtervezhetőek lesznek.

Az Országos Atomenergia Hivatal mint eljáró hatóság 2017. március 30-án a P2-HA0008 számú határozatában telephelyengedélyt adott a Paks II. Atomerőmű Zrt. számára (URL9). Az OAH az engedélykérelem elbírálásába szakhatóságként bevonta a Bányafelügyeletet is, amelynek a megállapításait szintén rögzítette a határozatban. Az engedélyben – többek között – a hatóság megállapította, hogy telephelyvizsgálati program teljesítette a kitűzött céljait, továbbá az eredmények alapján kijelenthető, hogy a telephely alkalmas az atomerőmű új blokkjainak létesítésére. A telephelyen a vizsgálatok nem tártak fel olyan körü-

ményt, amely annak alkalmasságát kizárná. A megállapított paramétereket és körülményeket a létesítmény tervezése során figyelembe kell venni. A hatóság előírta, hogy a telephelyre jellemző veszélyeztető tényezők kezelésére választott műszaki megoldások megfelelőségét a létesítési engedély iránti kérelemben teljeskörűen igazolni kell.

A tervezési munka és a választott megoldások megfelelőségének igazolása tehát számos további feladatot jelent a szereplőknek, amelyek szintén érdemesek lehetnek a tudományos közösség számára történő bemutatásra.

A tervezés és a tervezéshez kapcsolódó biztonsági elemzések eredményei megjelennek az erőmű Előzetes Biztonsági Jelentésében, amely dokumentum a létesítési engedélyezés alapját képezi. Az erőmű megépítését követően, a létesítés során megvalósult állapottal együtt a biztonsági elemzések eredményei megjelennek majd a Végleges Biztonsági Jelentésben. Az időszakos biztonsági felülvizsgálatok rendszerén keresztül pedig a létesítmény biztonsága az üzembe helyezést követően tízévenként felülvizsgálatra kell hogy kerüljön, így akár a telephellyel kapcsolatos ismeretek további bővülése, akár a környezeti paraméterekkel kapcsolatos esetleges jövőbeli változások, akár a létesítménnyel kapcsolatos üzemi tapasztalatok megjelennek majd ezekben a dokumentumokban, és szolgálják a jövőben a nukleáris biztonság magas szintje mellett a műszaki fejlődést.

## IRODALOM

- Aszódi A. – Boros I. (2012): Az atomenergia jövője Fukushima után. *Nukleon*, 5, Paper: 105, [http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon\\_5\\_2\\_105\\_Aszodi.pdf](http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_5_2_105_Aszodi.pdf)
- Szatmáry Z. – Aszódi A. (2005): *Csernobil – Tények, okok, hiedelmek*. Budapest: Typotex Kiadó (változatlan utánnomás 2019)
- URL1: IAEA Power Reactor Information System, <https://pris.iaea.org/pris/> (lekérdezés: 2021. január)
- URL2: ENTSO-E *Statistical Factsheet 2018*. [https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/Statistics/Factsheet/entsoe\\_sfs2018\\_web.pdf](https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/Statistics/Factsheet/entsoe_sfs2018_web.pdf) (lekérdezés: 2021. január)
- URL3: *1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról*. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600116.tv>
- URL4: Aszódi Attila: *System error – gondolatok a csernobili minisorozatról*. blogbejegyzés, 2019. június 23. (lekérdezés: 2021. január) [https://aszodiattila.blog.hu/2019/06/23/system\\_error\\_gondolatok\\_a\\_csernobili\\_minisorozatrol](https://aszodiattila.blog.hu/2019/06/23/system_error_gondolatok_a_csernobili_minisorozatrol)
- URL5: *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 219/50, 2014. 07. 25. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0087&from=EN> (lekérdezés: 2021. január)
- URL6: *118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről*. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100118.kor>

- URL7: *OAH 1.1. számú Útmutató, Nukleáris létesítmények telephely-engedélyezése.* [https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/ACA1C323EB58E62DC1257BE9002CD900/\\$File/1.1v1.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/ACA1C323EB58E62DC1257BE9002CD900/$File/1.1v1.pdf)
- URL8: *OAH 7.1. számú Útmutató, Nukleáris létesítmények telephely-vizsgálatának és értékelésének módszertana.* [https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/ACA1C323EB58E62DC1257BE9002CD900/\\$File/7.1v1.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/ACA1C323EB58E62DC1257BE9002CD900/$File/7.1v1.pdf)
- URL9: Az Országos Atomenergia Hivatal P2-HA0008 határozatszámú, OAH-2016-01001-0072/2017 iktatószámú, „Az MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. kérelmére telephelyengedély” tárgyú határozata. [http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/6D7954F2B8957842C12580F400225A3A/\\$File/Hatarozat.pdf](http://www.oah.hu/web/v3/OAHPortal.nsf/6D7954F2B8957842C12580F400225A3A/$File/Hatarozat.pdf) (lekérdezés: 2021. január)