



A Paksi Atomerőmű Célzott Biztonsági Felülvizsgálatának (CBF) tartalmi követelményei

5. változat

Összeállította az Országos Atomenergia Hivatal

2011. május 24.

Tartalom

A Paksi Atomerőmű Célzott Biztonsági Felülvizsgálatának (CBF) tartalmi követelményei	3
I. A felülvizsgálatról általában	3
I.1 Bevezetés, előzmények.....	3
I.2 A CBF célja	4
I.3 A CBF terjedelme	4
I.4 A CBF módszere.....	4
I.5 A CBF időzítése	6
I.6 A CBF terjedelmén túlmutató további feladatok	6
I.7 A Felülvizsgálati Jelentés tartalma.....	7
II. Kulcsesemények – a CBF szempontjából legsúlyosabbnak tekintett helyzetek és azok belső okai.....	7
II.1 A kulcsesemények	7
II.2 A kulcsesemények belső okainak vizsgálata.....	8
II.3 Specifikus lehetséges belső okok.....	8
III. A kulcsesemények előfordulásának lehetséges külső okai	9
III.1 A kulcsesemények külső okainak vizsgálata.....	9
III.2 Földrengés.....	9
III.3 Alacsony, vagy magas vízszint	10
III.4 Más extrém környezeti hatások	10
IV. A kulcsesemények megelőzésének és/vagy elhárításának lehetséges módjai.....	11
IV.1 A megelőzés és elhárítás módjainak általános kérdései.....	11
IV.2 A megelőzés és elhárítás specifikus kérdései.....	11
V. A nem uralt kulcsesemények lehetséges következményei	12
VI. A kulcsesemények következményeinek kezelése	12
VI.1 A súlyosbaleset-kezelés általános kérdései.....	12
VI.2 A súlyosbaleset-kezelés specifikus kérdései	13
VII. A súlyosbaleseti helyzetek kezelését javító lehetséges intézkedések.....	14

A Paksi Atomerőmű Célzott Biztonsági Felülvizsgálatának (CBF) tartalmi követelményei

I. A felülvizsgálatról általában

I.1 Bevezetés, előzmények

A japán fukusimai atomerőmű balesetét követően az Európai Unió Tanácsa felkérte a Bizottságot és a European Nuclear Safety Regulation Group-ot (ENSREG) arra, hogy a tagországok részvételével dolgozza ki az európai atomerőműveknek a reaktorbaleset tanulságain alapuló biztonsági felülvizsgálata terjedelmét és tartalmát (provizórikus nevén a „stressz tesztet”). Ehhez javasolta felhasználni a Western European Nuclear Regulators Association (WENRA) keretében rendelkezésre álló szakértelmet. A felkérés szerint a biztonsági felülvizsgálatot az egyes nemzeti hatóságok folytatják le, a vizsgálatok eredményeit, beleértve a szükséges intézkedéseket is megosztják a Bizottsággal.

A WENRA, a feladata tartalmát jobban kifejező „**Célzott Biztonsági Felülvizsgálat**” (CBF) nevet adta a tervezett felülvizsgálatnak és a Reaktorharmonizációs Munkacsoportja alapján ad hoc munkacsoportot hozott létre a CBF tartalmi specifikációjára. Az ad hoc munkacsoport elkészítette javaslatát, amelyet a szükséges egyeztetések után a 2011. május 12-13-i ENSREG ülés fogadott el.

Az európai atomerőművek általában és köztük a Paksi Atomerőmű is megfelelnek mindazon rendkívül szigorú biztonsági elvárásoknak, amelyeket a nemzeti és nemzetközi szervezetek előírtak. Érdemes emlékeztetni azonban arra, hogy a biztonsági kultúra fejlődése folyamatot alkot. A tudomány és a technika állandó fejlődése mellett a korábban bekövetkezett atomerőművi balesetek (TMI, Csernobil) tanulságainak hasznosítása is jelentősen hozzájárultak a biztonság máig elért magas színvonalához és a biztonság állandó javítása általánosan elfogadott elvének érvényesítéséhez. A fukusimai balesetből is minden atomerőműnek, minden ország nukleáris biztonságért felelős hatóságának le kell vonnia a tanulságokat és ennek során tovább kell javítani a biztonság eddig elért magas szintjét. Éppen ezért kell elvégezni a Célzott Biztonsági Felülvizsgálatot, és ennek során meg kell határozni azokat az intézkedéseket, amelyek az atomerőművek biztonsági színvonalát tovább javítják. A hazai felülvizsgálat legfontosabb hivatkozási alapját értelemszerűen a már eddig elvégzett átfogó és részletes elemzések, köztük az erőmű Végleges Biztonsági Jelentése és az Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat eredményei adják.

A fukusimai események tanulságainak levonására az eddig eltelt idő nem volt elégséges, hosszabb távon nyilván alapos és átfogó elemzések készülnek. Az események által eddig felvetett, nem rendszerezett és bizonyosan nem teljes körű vizsgálandó kérdések az alábbiakban foglalhatóak össze:

- Bizonyos, nem teljesen független külső hatások egyidejű, vagy rövid idővel egymást követő eredménye
- Szakadékszél-hatások¹
- A diverzitás és térbeli szeparáció hiányosságai
- Durva belső esemény (robbanás) közös okú hatása sok biztonsági berendezésre (aktív rendszerek, szivattyúk, mérések, stb., ilyen dolgok miatt nem tudták mai napig sem helyreállítani a beépített hűtőrendszereket)
- Kiszolgálhatóság tartós korlátozódása (világítás hiánya, mérések hiánya, sugárzás stb.)
- Egy telephelyen több blokk együttes sérülése
- Olyan eseménysor, helyzet, amelyre a személyzet nincs felkészülve
- Külső hatások olyan kombinációja és következménye, amellyel nem számoltak a tervezés során (egy ilyen esemény egyszerre több blokkot is érinthet)

¹ Szakadékszél-hatás: amikor kis változásoknak hirtelen súlyosbodó következményei lehetnek

- A pihentető-medence, mint veszélyforrás, provizórikus hűtés lehetősége
- Hidrogén a konténmenten kívüli zárt térben (reaktorcsarnokban, átszivárgás miatt és a pihentető-medencéből származóan)
- Hosszú idejű balesetkezelés lehetőségei (a beépített üzemszabályozó hűtőrendszerek nélkül)
- Nagy mennyiségű radioaktív víz kezelése

Az OAH főigazgatója a Tanácsi döntést követően felkérte a KFKI AEKI igazgatóját arra, hogy az OAH műszaki háttérintézményeinek vezető szakembereit bevonva tekintsék át a Paksi Atomerőmű esetében szükségessé válható felülvizsgálati témákat és tegyenek javaslatot a hazai teendőkre.

Jelen anyag alapvetően a fentiekben felsorolt vizsgálandó kérdések, a WENRA ad hoc munkacsoport által vitára bocsátott specifikáció², a hazai szakértői csoport ajánlása³, valamint az OAH szakembereinek javaslatai alapján készült. Megemlítendő, hogy a WENRA specifikáció érdemben merített a finn hatóság által készített és az engedélyestől jelentést kérő első anyagból⁴. Jelen anyag kisebb mértékben támaszkodott az ENISS által készített javaslatra is⁵.

I.2 A CBF célja

A Célzott Biztonsági Felülvizsgálat célja a Paksi Atomerőmű biztonsági tartalékainak újraértékelése, a biztonsági rendszerek feltételezett elvesztését követően szükséges beavatkozások meghatározása a fukusimai súlyos reaktorbaleset azon tanulságainak fényében, amelyek a jelen tartalmi elvárások kiadásáig világossá váltak. A CBF célja azoknak az esetleges pótlólagos intézkedéseknek a feltárása is, amelyek lehetővé teszik, hogy a Paksi Atomerőmű a fukusimai baleset kapcsán felmerült elvárásoknak is megfeleljen. A felülvizsgálat alapvető bázisa adott: a Végleges Biztonsági Jelentés (VBJ), valamint az Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatok (IBF) eredményei. Ezen alapvető dokumentumok mögött rengeteg elemzés húzódik meg, amelyek alapján – tekintettel ezek készítési időpontjára esetleges kiegészítő elemzések elvégzésével – a CBF elvégezhető.

A felülvizsgálat terjedelmének egyértelművé tétele és hatékony, célirányos elvégzése érdekében hangsúlyozni kell, hogy **a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat szorosan a Fukusimában lezajlott súlyos reaktorbaleset körülményeire és tanulságaira koncentrál**, a jelen felülvizsgálat terjedelmén túlmutató egyéb lehetőségekről ld. az I.6 alfejezetet alább.

I.3 A CBF terjedelme

A Célzott Biztonsági Felülvizsgálat a Paksi Atomerőmű mind a négy reaktorblokkjaira kiterjed, beleértve a pihentető-medencéket⁶ és a felülvizsgálat célja szempontjából fontos berendezéseket, létesítményeket, dokumentációt, műszaki és humán infrastruktúrát.

Figyelembe kell venni a reaktorok és a pihentető-medencék egyidejű veszélyeztetettségét és azok különféle üzemi állapotait.

A CBF tartalmi követelményeiről szóló alábbi részeket a hatóság teljesnek tekinti, mert a biztonsággal összefüggő egyéb, ebben az anyagban meg nem célzott kérdésekről az Atomerőmű üzemeltetését támogató elemzések elegendő részletességgel szólnak.

I.4 A CBF módszere

A felülvizsgálat a következő lépésekből áll:

² „Stress tests” specifications. Proposal by the WENRA Task Force, 7 May 2011

³ Mit tegyünk Magyarországon stressz-teszt ügyben? 2011. április 4.

⁴ Preparedness for natural phenomena and disturbances in power supply at the Finnish NPP, STUK, March 21, 2011.

⁵ Safety Terms of Reference – STORE, JPB V2, April 5, 2011

⁶ Itt megjegyzendő, hogy a fukusimai 4.- 6. blokkokon a pihentető-medencék veszélyeztetettsége és sérülése okozott gondot, tehát a fukusimai tapasztalatok semmit sem mondanak a paksi Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolójára nézve.

1. Sorra veszi a fukushimia tapasztalatok alapján legsúlyosabbnak tekintett események (ún. kulcsesemények) előfordulásának lehetőségeit.
2. Elemzi a kulcsesemények előfordulásának lehetséges okait
3. Bemutatja a kulcsesemények megelőzésének és elhárításának lehetséges módozatait
4. Bemutatja, hogy milyen következményekre vezet, ha a kulcseseményeket nem sikerül megelőzni, vagy elhárítani
5. Ismerteti a kulcsesemények következményei telephelyi kezelésének módozatait.

Az újraértékelés eredményeit összefoglaló felülvizsgálati jelentés (ld. 1.7) a fenti elemzések és ismertetések mellett kitér a felismert lehetséges gyenge pontokra és a „szakadékszél-hatás” lehetőségeire. Az elemzésnek egyértelműen meg kell mutatnia, hogy az erőmű mélységi védelmi rendszere mennyire képes ellenállni az értékelésben figyelembe vett extrém terheléseknek, világossá kell tennie, hogy a létező balesetkezelési rendszer mennyire megfelelő ezekre az esetekre és azonosítania kell a potenciálisan szükségessé váló biztonságnövelő intézkedéseket mind műszaki, mind személyi és szervezési területeken.

A CBF során meg kell vizsgálni az erőmű lehetséges válaszait bizonyos szélsőséges helyzetekre a mélységi védelem logikáját követve. Ezekben a szélsőséges helyzetekben determinisztikus megközelítésben feltételezendő a mélységi védelem több egymást követő rétegének elvesztése függetlenül ezek bekövetkezési valószínűségétől (ugyanakkor ezen események számszerűsített bekövetkezési valószínűségeinek figyelembe vétele az értékelés folyamán értékes kiegészítő információ lehet). Világosan kell azt is látni, hogy a vizsgálandó esetekben a biztonsági funkciók elvesztése és a súlyos baleseti helyzet csak több tervezési feltételezés együttes sérülése esetén következhet be. Az értékelés során figyelembe kell venni, hogy az ilyen baleseti helyzetek kezelésére szolgáló intézkedések (a kedvezőtlen külső/belső körülmények miatt, vagy az erőforrások véges tartalékai miatt) gyorsan, vagy fokozatosan hatástalanná válnak.

A vizsgált esetekben mindenkor az erőmű műszaki specifikációi által megengedett legkedvezőtlenebb üzemállapotokból kell kiindulni. Az erőmű környezetének esetleges megrongálódott állapotait az elemzések vegyék figyelembe. Súlyosbaleseti folyamatokra nem-minősített eszközök és realiztikus értékelések alkalmazása elfogadható.

Minden megvizsgált eseménysor és követeztetés esetén azt az esetet is tekintetbe kell venni, amikor a telephely **több (esetleg összes) blokkja érintett**, másfelől ki kell térni azokra a létező eljárásokra és műszaki megoldásokra, amelyek egy blokk más blokkoktól kapott segítségét teszik lehetővé. Vizsgálni kell azt is, hogy az egyik blokkot ért sérülés mennyiben befolyásolhatja a többi blokk biztonságát.

A vizsgálat térjen ki az alábbi három kérdéskörre:

- a tervezési alap támasztotta vonatkozó követelmények és az ezeknek való megfelelés
- Az erőmű ellenálló képessége a tervezésen túli eseményekkel szemben (a biztonság szempontjából fontos rendszerek esetében rendelkezésre álló tartalékok, diverzitás, redundancia, szerkezeti védettség, fizikai szeparáció, a mélységi védelem hatékonysága).
- olyan lehetséges módosítások, amelyek javíthatják a mélységi védelem hatékonyságát és szintjeinek függetlenségét

A jelentés készítői meghatározhatnak olyan óvintézkedéseket, amelyek hozzájárulhatnak a vizsgált extrém scenáriók elkerüléséhez. Az elemzések szükség szerint kiegészíthetők helyszíni bejárások tapasztalataival.

Az elemzésekkel és értékeléssel szemben támasztott részletesebb specifikus követelményeket a jelen anyag további fejezetei tartalmazzák.

Minthogy az erőmű biztonságáért az elsődleges felelősséget az engedélyes viseli, az értékelést az engedélyes végzi el, eredményeit a nukleáris biztonsági hatóság vizsgálja felül és a hatóság dönt a szükséges biztonságnövelési célokról. Az értékelés elkészítésében az engedélyes elsősorban a meglévő elemzésekre

támaszkodik, szükség esetén kiegészítő elemzéseket végez, vagy rámutat kiegészítő elemzések szükségességére (ld. még alább). Indokolt és egyértelmű esetekben mérnöki becslés is alátámaszthatja az értékelés megállapításait.

A felülvizsgálat következtetéseit alátámasztó elemzésekre legfontosabb forrása nyilván a VBJ 15. fejezete, illetve az IBF során készült jelentések. Ezekre a vizsgálati jelentésben csak (egyértelműen) hivatkozni kell, ha az ott összefoglalt eredmények egyértelműen tisztázzák a CBF-ben felvetett valamelyik problémát. A további elemzésekre, vagy érdemi, bizonyító mérnöki becslésekre **pontos, visszakereshető hivatkozásokat szükséges megadni**, avagy, azok helyett az elemzések, vagy mérnöki becslés lényegét összefoglaló ismertetés csatolható. A hivatkozott dokumentumokról az engedélyes nyilatkozik, hogy az alábbi három lehetőség melyike vonatkozik rájuk:

- hatóság által jóváhagyott
- a hatóság nem hagyta jóvá, de az engedélyes minőségirányítási rendszere követelményeinek megfelel
- egyik sem

Tekintettel arra, hogy a vizsgált kérdéskör igen kiterjedt, összetett és bizonyos részeiben újszerű, **valószínűsíthető, hogy a jelen vizsgálat azonosítani fog olyan területeket is, amelyekben további elemzésekre, vagy fejlesztésekre van szükség. Ezeknek időigénye túlmutathat a CBF időtávján.** Ezeket a teendőket a vizsgálati jelentésnek az intézkedéseket összefoglaló fejezetében (vö. VII. fejezet) be kell mutatni.

A CBF-ről készített jelentés, valamint az ennek nyomán készített hatósági értékelés és határozat **közérdekű adatnak tekintendő és ezért nyilvános.**

1.5 A CBF időzítése

A tervezett időzítés alapja, hogy elismerve a felülvizsgálat időigényét, az Európai Bizottság minél előbb képet akar kapni a felülvizsgálat eredményeiről. Ezért a felülvizsgálat egy közbülső szakaszában Előrehaladási Jelentés készítését kéri, amely jelentés az adott ideig elvégzett vizsgálatok megállapításait foglalja össze. A teljes vizsgálat eredményeit a Végleges Felülvizsgálati Jelentés fogja tartalmazni. Ennek megfelelően a Paksi Atomerőmű Célzott Biztonsági Felülvizsgálata az alábbi ütemezés szerint valósulhat meg:

1. Előrehaladási Jelentés benyújtása az OAH-nak, határidő: 2011.08.15., felelős: PA Zrt vezérigazgatója
2. Nemzeti Jelentés elkészítése az Előrehaladási Jelentés alapján, határidő: 2011.09.15, felelős: OAH főigazgatója
3. A Célzott Biztonsági Felülvizsgálat elvégzése, a Végleges Felülvizsgálati Jelentés elkészítése, határidő: 2011.10.31., felelős: PA Zrt. vezérigazgatója
4. A vizsgálati jelentés hatósági felülvizsgálata, az engedélyes által elvégzendő biztonságnövelő intézkedések előírása, a Nemzeti Jelentés végső formájának elkészítése, határidő: 2011. 12.31., felelős: OAH főigazgatója

Megjegyzendő, hogy a Nemzeti Jelentés értékelésére a Tanács nemzetközi „peer-review” csoportot fog felkérni.

1.6 A CBF terjedelmén túlmutató további feladatok

Fontos ismét kiemelni, hogy a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat a Paksi Atomerőmű újraértékelése abban a terjedelemben, amelyet a fukisimai atomerőmű súlyos balesetéből a jelen tartalmi követelmények kiadása idején levonható tanulságok indokolnak. Ezek, valamint a csak később megfogalmazandó tanulságok, csakúgy, mint az erőmű újraértékelése vezethetnek olyan további gondolatokra, elképzelésekre, vizsgálati

és elemzési igényekre, amelyeknek létjogosultságát érdemes megfontolni. Ilyenek lehetnek például a következők:

1. Az erőmű biztonságát veszélyeztethető további extrém események, jelenségek, beavatkozások
2. Más nukleáris létesítmények viselkedése és megfelelősége az itt vizsgált extrém körülmények között
3. A nukleáris biztonságot érintő jogszabályi és hatósági környezet megfelelősége a felülvizsgálat által indukált teendők tükrében
4. Az országos baleset-elhárítási rendszer megfelelő volta hasonló extrém helyzetek kezelésére.

Ezeknek és a még felmerülhető más problémaköröknek a vizsgálata – legyen az bármennyire is indokolt és időszerű – semmiképpen nem kapcsolható össze az ebben az anyagban körvonalazott Célzott Biztonsági Felülvizsgálattal, hanem feltétlenül célzott és hasonlóan megalapozott egyedi körülhatárolást igényel.

I.7 A felülvizsgálati jelentések tartalma

A Célzott Biztonsági Felülvizsgálat eredményeit az engedélyes egy Előrehaladási Jelentésben és egy Végleges Felülvizsgálati Jelentésben foglalja össze. A jelentések két részből állnak. Az első rész a telephely és az erőmű legfontosabb sajátosságait foglalja össze röviden, kitérve az alábbiakra:

- Elhelyezkedés, környezet
- Blokkok száma
- Az engedélyes személye
- A reaktor típusa, teljesítménye
- az üzembe helyezések időpontjai
- a pihentető-medence sajátosságai
- a külső villamoshálózati kapcsolatok
- az esetleges, a biztonság és a felülvizsgálat szempontjából releváns különbségek a blokkok között
- A PSA elemzések terjedelme és főbb eredményei.

A jelentések második része ismerteti a vizsgálatok eredményeit és a következtetéseket az I.4 alfejezetben leírt módszer és a jelen tartalmi követelményrendszer által az alábbiakban összefoglaltak szerint. A jelentések tagozódjanak a tartalmi követelményeknek megfelelő fejezetekre. **Minden fejezet záró része foglalja össze az adott fejezetben leírt vizsgálatok következtetéseit és határozza meg a teendőket. A vizsgálatnak a blokkok 2011. június 30.-i állapotából kell kiindulnia.**

A jelentések a folyamatban lévő és a vizsgáltak szempontjából lényeges biztonságnövelő intézkedésekre, átalakításokra utaljanak, esetleg külön mellékletben foglalják össze azokat.

A vezetői összefoglalót és a fejezetek záró részeit angol nyelven is el kell készíteni.

II. Kulcsemények – a CBF szempontjából legsúlyosabbnak tekintett helyzetek és azok belső okai

II.1 A kulcsemények

A fukusimai baleset legfontosabb sajátossága az volt, hogy a részben a tervezési alapon túli természeti csapások olyan súlyos helyzetet is teremtettek, amilyent a tervezési alapon belüli események nem eredményezhettek volna. E súlyos helyzet legfontosabb jellegzetességei:

1. A villamos betáplálás tartós (több napos) elvesztése
2. A végső hőelnyelő tartós elvesztése
3. Az előzőek következtében jelentős radioaktív kibocsátás, vagy extrém intenzitású sugárzási tér kialakulása és tartós fennmaradása

A jelen anyag további részében összefoglaló néven **kulcsesemények**ként hivatkozunk ezekre a jellegzetes eseményekre.

II.2 A kulcsesemények belső okainak vizsgálata

A CBF során **meg kell vizsgálni**, hogy a Paksi Atomerőmű esetében miként következhetnek be ezek a kulcsesemények legalább az alábbi esetek következtében:

- a) A (meglévő, vagy tartós terhelés miatt felléphető) műszaki állagromlás, hibás tervezés, vagy más okból degradálódott biztonsági rendszerek esetén,
- b) tervezésen túli balesetek felléptekor

Ebben a vizsgálatban a kulcsesemények bekövetkezésének közvetlen, műszaki (pl. üzemeltetési, karbantartási), emberi, dokumentációs, vagy szervezési (mondhatni belső) okú lehetőségeire kell tekintettel lenni, a külső okokkal a következő fejezet foglalkozik.

Fontos megemlíteni, hogy e kulcsesemények egymástól nem feltétlenül függetlenek, egy vagy több bekövetkezése vonhatja maga után egy másikat. A vizsgálatnak fel kell tárnia ezeket az összefüggéseket is.

Általános jellegű példaként, de nem kimerítő jelleggel említhető, hogy vizsgálni kell

- a kulcsesemények bekövetkeztét megelőzni hivatott biztonsági rendszerek teljesítőképességét, műszaki gátak ellenálló képességét az idő függvényében (*például: dízelek, zónahűtő szivattyúk, KÜTSZ szivattyú hibamentes működési ideje; a konténment nyomásnövekedésének ideje, míg eléri a 3.5 bar abszolút nyomás értékét /ez esetben már reálisan számolni kell a az épület integritásának elvesztésével/; annak ideje, amikor a hermetikus tér szivárgása miatt a környezetbe már a balesetelhárítási tevékenységet korlátozó aktivitás kijut*),
- a biztonsági rendszerek és üzemzavari-/tartalékrendszerek üzemanyag-, hűtő- és kenőanyag-ellátásának időbeli és térbeli korlátait,
- a szükséges mérések, beavatkozó-eszközök (beleértve a betáplálásokat és működési feltételeket) és a beavatkozási helyek (vezénylők, VVP) rendelkezésre állásának, kiszolgálhatóságának várható korlátait,
- egy blokk viszonyainak függése más blokkok működésétől

II.3 Specifikus lehetséges belső okok

Az egyes kulcsesemények kapcsán az előzetes vizsgálatokban azonosított lehetséges okokat az alábbiak sorolják fel. A CBF során **szisztematikusan át kell vizsgálni és értékelni kell** azokat a lehetőséget (beleértve az alább felsoroltakat, de nem feltétlenül korlátozódva azokra), amelyek bármelyik kulcsesemény bekövetkezésére vezethetnek.

II.3.1 Villamos betáplálás tartós elvesztésének lehetséges belső okai

- A négy paksi blokk egyidejű kiesésekor bekövetkező villamoshálózati összeomlás
- Dízelgenerátorok üzemképességének elvesztése
- Minden más diverz tartalék betáplálás elvesztése
- A már korábbi elemzésekben figyelembe vett kezdeti eseményekből induló és a villamos betáplálás tartós elvesztésére vezető folyamatok a II.2 alfejezet a) - b) pontjaiban felsorolt eseteket feltételezve

II.3.2 A végső hőelnyelő tartós elvesztésének lehetséges belső okai

- A biztonsági hűtővízrendszer esetleges meghibásodása
- A pihentető-medence hűtésének megszűnése a hűtőrendszer hibája, vagy a medence szivárgása miatt

- A normál üzemi és üzemzavari hőelnyelő egyidejű elvesztésére vezető, a már korábbi elemzésekben figyelembe vett kezdeti eseményekből kiinduló folyamatok a II.2 alfejezet a) - b) pontjaiban felsorolt eseteket feltételezve

II.3.3 A jelentős radioaktív kibocsátás, vagy extrém intenzitású sugárzási tér kialakulásának lehetséges belső okai

- Konténment-sérülés a végső hőelnyelő tartós elvesztése következtében fellépő túlnyomás, vagy egyéb belső okok miatt
- A már korábbi elemzésekben figyelembe vett kezdeti eseményekből induló és a konténment sérülésére vezető folyamatok a II.2 alfejezet a) - b) pontjaiban felsorolt eseteket feltételezve
- A már korábbi elemzésekben figyelembe vett kezdeti eseményekből induló és a konténment sérülése nélkül kibocsátásokra vezető folyamatok a II.2 alfejezet a) - b) pontjaiban felsorolt eseteket feltételezve. Ki kell térni a folyékony radioaktív hulladék-tárolók lehetséges sérüléseire is,
- A pihentető-medence hűtővízvesztése következtében történő fűtőelem-sérülés, figyelembe véve a megszűnő biológiai árnyékolás hatásait is

A vizsgálati jelentés a fenti **vizsgálatok és értékelések eredményeit egyenként, elkülönítetten és jól azonosítható módon mutassa be.**

III. A kulcsesemények előfordulásának lehetséges külső okai

III.1 A kulcsesemények külső okainak vizsgálata

A további alfejezetekben felsorolt minden esetre **megvizsgálendóak és bemutatandóak** (amennyiben relevánsak) a következő kérdéskörök:

- a) Az eseményekre vonatkozó érvényes tervezési alap, a tervezési alap megválasztásának indoklása, a tervezési alapba eső események értékelésének módja (gyakoriság, korábbi esetek, kiválasztás oka, tartalékok,...), a tervezési alap meghatározása megfelelőségének értékelése
- b) A tervezési alapba tartozó események elleni védelem az erőműben [a védelem szempontjából fontos rendszerek és szerkezetek jelenlegi állapota, megfelelés a tervezési elvárásoknak, redundancia, diverzitás, térbeli elválasztás, az üzemeltetési feltételek (eljárásrendek, mozgatható eszközök, ...), közrejátszható más események (fontos eszközök kiesése, vagy épületek megsérülése a jelenség miatt, meg nem közelíthetőség, villamos betáplálás kiesése, erőművön kívüli események hatása)]
- c) A tervezésen túli eseményekkel szembeni ellenálló képesség: a biztonsággal összefüggő, az esemény következményeire hatással lévő rendszerek és szerkezetek robusztussága; a rendelkezésre álló tartalékok, diverzitás, redundancia, fizikai elválasztás, szerkezeti védettség; a hirtelen súlyosbodás (szakadékszél-hatás) lehetőségének vizsgálata.

A vizsgálat során értékelni kell, hogy az egyes külső okok a Paksi Atomerőműben milyen esetekben eredményezhetik a kulcsesemények bekövetkeztét. A vizsgálati jelentés ezeknek a **vizsgálatoknak és értékeléseknek az eredményeit egyenként, elkülönítetten és jól azonosítható módon mutassa be.**

III.2 Földrengés

A Paksi Atomerőművet érhető földrengések esetére be kell mutatni a fenti a) – c) pontokban leírtakat. Végig kell gondolni és értékelni kell, hogy **az eddig elvégzett földrengés-állósági vizsgálatok, elemzések elegendően teljes körűek voltak-e?** (Megjegyzendő, hogy ez semmiképpen nem igényelheti a telephely szeizmikus veszélyeztetettségének újraértékelését.) Röviden, érthető és meggyőző formában ismertetni kell az elvégzett biztonságnövelést és annak következményeit, valamint ki kell térni a tervezési alapot

meghaladó földrengésekkel szembeni védelemre, hiányosságokra és a még esetleg szükséges elemzésekre. Specifikusan (de nem kizárólag) vizsgálandóak az alábbi kérdéskörök:

- Karbantartási nagyberendezések, üzemanyag-manipulációs és más és műszaki eszközök rögzítése, a karbantartási fegyelem
- A földrengés esetén alkalmazandó eljárásrendek megfelelése, a személyzet felkészültsége
- Kiszolgálhatóság fennmaradása a különféle földrengések után, a BV, TV, a dozimetriai vezénylő és a VVP esetleges együttes elvesztésének lehetősége, az ezzel járó helyzet, a védett vezetési pont megfelelése
- A tervezési alapot meghaladó erősségű földrengés esetleges súlyos következményeinek vizsgálata (beleértve a talajfolyósodást is)
- A tervezési alapot meghaladó erősségű földrengés következtében fellépő ATWS lehetősége
- A BHV földrengésállósága
- Földrengés nyomán megsérült épületek, szerkezetek lehetséges hatásai a kulcsesemények megelőzését szolgáló berendezésekre (pl. kéményomlás, hulladéktároló és segédépületek sérülése, híddaru leszakadása).
- A földrengés szempontjából legsérülékenyebb üzemállapot meghatározása
- A pihentető-medencék és hűtőrendszerük állapota a különféle erősségű (még ésszerűen feltételezhető) földrengések elviselése szempontjából
- Földrengés lehetséges hatásai a vízkivételi műre, a szinten tartó bukóra és a hűtővízellátásra
- Földrengés miatt bekövetkező, a tervezési alapon feltételezettet meghaladó tüzek lehetőségei és következményei
- A földrengés következtében eltörhető vezetékek okozta esetleges belső elárasztás

III.3 Alacsony, vagy magas vízszint

A Paksi Atomerőművet érhető árvizek esetére be kell mutatni a III.1 alfejezet a) – c) pontjaiban leírtakat. Értékelni kell, hogy a tervezési alapnál kisebb gyakoriságú áradások reálisan veszélyeztethetnék-e az erőművet?

Hasonló módon ki kell térni egy extrém alacsony, vagy magas vízszintnél bekövetkező (a tervezési alapot nem meghaladó) földrengés esetleges következményeire is. Elemezni kell a tervezési alapot meghaladó földrengés következtében bekövetkező alacsony vízszint lehetőségeit. Tárgyalandó a szivattyúk működtethetősége alacsony vízszintnél teljes villamos betáplálás-vesztés esetén.

III.4 Más extrém környezeti hatások

Ebben a részben alapvetően a szélsőséges időjárási viszonyokra (vihar, erős csapadék, villámlás, jég- és hótorlaszok, szélsőséges hőmérsékletek, illetve ezek reálisan feltételezhető kombinációi) való felkészüléssel kell foglalkozni a III.1 alfejezet a) – c) pontjaiban leírtak szerint, de figyelembe kell venni a külső villamos hálózat elvesztésének lehetőségét sajátos külső okokból (pl. hálózati zavarok okozta összeomlás, rossz szándékú emberi beavatkozás). Specifikusan ki kell térni az alábbiakra:

- jelenségek (ideértve a III.2 és III.3 szerinti eseményeket is) kombinációjára való felkészültség a tervezési alapon belül és kívül
- gyenge pontok és az esetleges szakadékszél-hatások által érintett építmények és berendezések
- nem biztonságos állapotokhoz vezethető meghibásodások
- az esetleg szükséges intézkedések és balesetkezelési eljárások azonosítása

IV. A kulcsesemények megelőzésének és/vagy elhárításának lehetséges módjai

IV.1 A megelőzés és elhárítás módjainak általános kérdései

A kulcsesemények külső és belső okaira nézve **megvizsgálandóak és bemutatandóak** (amennyiben relevánsak) a megelőzés módjainak a következő kérdései:

- Az erőmű megfelelése a tervezés alapnak, ezen belül az engedélyes által ennek érdekében működtetett általános konfigurációkezelési folyamat; annak bemutatása, hogy a balesetkezelési eljárásrendekben figyelembe vett mobil eszközök működőképesek maradnak; a tervezési alaptól való minden ismert eltérés bemutatása
- A rendelkezésre álló információk és elemzések alapján a kulcseseményeket előidéző okok azon szintje, amely fölött az alapvető biztonsági funkciók elvesztése, súlyos fűtőelem-sérülés, vagy a nagy radioaktív kibocsátás elkerülhetetlennek látszik; a gyenge pontok és a lehetséges szakadékszél-hatások, valamint az ezek elkerülése érdekében tehető intézkedések (műszaki átalakítások, eljárásrend-módosítások, szervezeti átalakítások)
- A rendelkezésre álló információk és elemzések alapján a kulcseseményeket előidéző okok azon szintje, amely alatt a konténment megőrzi integritását
- A biztonsági gátak lehetséges javításának módozatai a kulcsesemények megelőzése, vagy elhárítása érdekében (a rendszerek és rendszerelemek ellenálló képességének, valamint a biztonsági gátak függetlenségének növelése céljából).

IV.2 A megelőzés és elhárítás specifikus kérdései

Specifikusan (de nem kizárólag) megvizsgálandóak a kulcsesemények megelőzésének alább felsorolt konkrét lehetőségei. A kulcsesemények megelőzését szolgáló biztonsági rendszerek fokozatos és egymást követő elvesztésének lehetőségét is figyelembe kell venni. **A villamos betáplálás elvesztésének és a végső hőelnyelő elvesztésének külön-külön vizsgálata után (ld. IV.2.1 és IV.2.2 alább) az elemzést meg kell ismételni a két kulcsesemény együttes fellépésének feltételezésével is.**

Az elemzés vegye figyelembe azt az esetet is, amikor a telephely 72 óráig nehéz járművekkel **nem megközelíthető**, 24 óráig a könnyű, hordozható eszközök sem érhetnek el oda, vagy nem helyezhetők üzembe.

Tekintetbe kell venni az **informatikai és mérőhálózat** esetleges sérülését, megbízhatatlanságát, továbbá teljes kiesését, az irányításhoz, műszaki háttértevékenységhez szükséges adatok és eszközök elvesztését is.

IV.2.1 Villamos betáplálás tartós elvesztésének megelőzése

- Külső hálózati betáplálás elvesztésének kezelése a tervezési alapban, a figyelembe vett tartalék betáplálás, a tartalék betáplálás üzemképességének maximális hossza, üzemanyag-ellátás
- Mobil, tartalék dízelgenerátorok alkalmazása és annak módja (beleértve az időigényt, az üzemanyag-ellátást, a szükséges közreműködőket és a dokumentációt)
- Alternatív elérhető váltóáramú betáplálások
- Távoli, hálózattal elérhető gázturbina, vagy más eszközök felhasználhatósága tartalék áramforrásként
- Közelebbi gázturbina, vagy más villamosenergia-forrás telepítésének szükségessége
- További mobil eszközök alkalmazásának lehetőségei (MÁV, Honvédség, Katasztrófavédelem, stb.)
- A villamos betáplálás teljes elvesztése utáni helyreállítás lehetőségei, időviszonyai

IV.2.2 A végső hőelnyelő tartós elvesztésének megelőzése

- A rendelkezésre álló alternatív hűtővíz-források (tűzvíz, fűrt kutak, telepített vízkivétel a Dunából, mobil vízellátás, kondenzátor hűtővíz)
- A rendelkezésre álló eszközökkel hűtve a súlyos fűtőanyag-sérülésig számított időtartamok hossza
- A hőelvitel alternatív lehetőségei (maradványhő, tartályhűtés, szekunderoldali hűtés, KÜT rendszer alkalmazása, alternatív pihentető-medence hűtés)
- A baleseti helyzetben rendelkezésre álló vízkészlet eljuttatása a hűtendő térbe (reaktor, konténment, pihentető-medence)
- Az alternatív hűtési lehetőségek megvalósításához szükséges erőforrások (személyzet, berendezések, energia, üzemanyag) rendelkezésre állása; e lehetőségek megvalósíthatósága (pl. a sugárzási helyzet függvényében), a szükséges eljárások és dokumentumok
- a végső hőelnyelő elvesztése utáni helyreállítás lehetőségei

IV.2.3 Jelentős radioaktív kibocsátás megelőzése

- Az újrakritikuság megakadályozása, a felbőrozás alternatív lehetőségei a tartályban és bórsav-pótlás a pihentető-medencében, a friss fűtőelem tárolójának elárasztása következtében fellépő kritikusság elkerülése
- A konténment túlnyomásának megakadályozása (hűtés, szűrt, vagy szűretlen leeresztés)
- A pihentető-medencében keletkező hidrogén eltávolítása
- Reaktortartály-sérüléssel járó folyamatok megakadályozása, kezelése
- A konténmentet elkerülő kibocsátási útvonalak lezárása

V. A nem uralt kulcsesemények lehetséges következményei

A korábbi súlyosbaleseti elemzések alapján meg kell vizsgálni és röviden be kell mutatni, hogy abban az esetben, ha valamelyik kulcsesemény bekövetkezik és elhárítása sikertelen, akkor milyen scenáriók, milyen feltételek mellett vezethetnek súlyosbaleseti következményekre és azok miként enyhíthetőek. A súlyos baleset bekövetkezte determinisztikus módon feltételezendő még akkor is, ha annak valószínűsége kicsi. A súlyosbaleset-kezelés, mint a mélységi védelem utolsó vonala összhangban kell, legyen a zónaolvas megőrzését és az erőmű egésze biztonságának megőrzését célzó intézkedésekkel.

A figyelembe veendő súlyosbaleseti folyamatok legalább az alábbiak:

1. Zónaolvas (benne nagynyomású zónaolvas, tartálysérülés, kórium-beton kölcsönhatás, időbeli lefutás)
2. Hidrogénfejlődés, vagy gőzfejlődés (robbanás) a reaktorzónában, reaktoraknában, a pihentető-medencében, hidrogén kijutása oxigéndús közegbe; a lehetséges hidrogén-folyamatok (radiolízis + cirkónium-reakciók + fűtőanyag-beton kölcsönhatás); hidrogén-feldúsulás lehetősége a konténmentben és a környező épületrészekben, valamint a hidrogén kezelése nyitott reaktor és nyitott konténment mellett kialakuló súlyosbaleseti helyzetben.
3. A pihentető-medencével összefüggő sérülések (bórhígulás, fűtőelem-olvas, kibocsátások, hidrogénképződés, időviszonyok)
4. Konténment-sérülések (időbeli lefutás)

VI. A kulcsesemények következményeinek kezelése

VI.1 A súlyosbaleset-kezelés általános kérdései

- a) **Be kell mutatni** a zónahűtés elvesztése esetére a scenárió különféle időszakaira jelenleg érvényes kezelési előírásokat, úm.

- a tartálybeli fűtőelem-sérülést megelőző időszakra (fűtőelem-sérülést megakadályozó legutolsó lehetőségek, nagynyomású fűtőelem-sérülés bekövetkeztének megakadályozása)
 - a tartálybeli fűtőelem-sérülést követő időszakra
 - a tartálysérülés utáni időszakra
- b) **Be kell mutatni** azokat a tervezési sajátosságokat és kezelési eljárásokat, amelyek a konténment épségének megőrzését szolgálják a fűtőelemek sérülése után, úm.
- hidrogényulladás, vagy hidrogénrobbanás megelőzése
 - konténment túlnyomásának megelőzése – ha ebből a célból leeresztésre van szükség, megbecsülendő, hogy szükséges-e szűrés? Ha igen, a kibocsátás mértékének meghatározási módja is bemutatandó
 - rekritikusság megelőzése
 - alaplemez-átégés megelőzése
 - a konténment épségének megőrzése céljából szükséges váltóáramú és egyenáramú elektromos betáplálás biztosítása
 - a nyitott reaktor és nyitott konténment esetének kezelése
- c) **Be kell mutatni** a pihentető-medence hűtésvesztését követő különféle időszakokra jelenleg érvényes kezelési eljárásokat, úm.
- a sugárzás elleni megfelelő árnyékolás elvesztés előtt/után
 - a fűtőelemek tetejének fedetlenné válása előtt/után
 - több fűtőelem sérülése előtt/után

Mindhárom esetben ki kell térni az alábbi részletekre:

- A lehetséges szakadékszél-hatások és a bekövetkezésükig rendelkezésre álló idő
- A meglévő baleset-kezelési eljárások és eszközök megfelelősége, a figyelembe vett scenáriók teljessége, továbbiak bevezetésének szükségessége. Ezen belül:
 - a szükséges irányítástechnikai és mérési eszközök megfelelősége és alkalmazhatósága
 - az erőmű létfontosságú helyiségeinek és helyszíneinek (vezénylők, baleset-elhárítási helyiségek, helyszíni beavatkozó és mintavevő pontok, javítási lehetőségek) elérhetősége és használhatósága
 - hidrogén-felhalmozódás a konténmenten kívüli helyiségekben
- Elhúzó (többhetes) védekezés specifikus problémái
- Az áram nélkül maradt I&C rendszer újralesztésének lehetőségei
- A műszaki gátak károsodása esetén a helyreállítás lehetőségei, módszerei

VI.2 A súlyosbaleset-kezelés specifikus kérdései

A súlyosbaleset-kezelés általános ismérvei mellett be kell mutatni az alábbi specifikus és járulékos feltételeket is. Ki kell térni a Paksi Atomerőműre érvényes, a fukusimaihoz képest előnyös és hátrányos sajátosságokra.

- a) A súlyosbaleset-kezelési rendszer működőképességének fenntartása, különös tekintettel az alábbi összetevőkre:
- Az engedélyes szervezeti felkészültsége a helyzet kezelésére (személyzet és váltások, erőforrások, eljárásrendek, képzés és gyakorlatok)
 - Telephelyen kívüli segítség
 - A meglévő eszközök alkalmazhatósága
 - Mobil eszközök bevetetősége (elérhetőség, időigény)
 - Utánpótlási lehetőségek (fűtőanyag, víz, élelem, stb.)
 - Radioaktív kibocsátások korlátozása, kezelése
 - A dolgozók sugárterhelésének kezelése, korlátozása

- Kommunikációs és információs rendszerek (belső, külső)
 - Hosszú-távú, baleset-utáni tevékenységek
- b) A súlyosbaleset-kezelési rendszer működőképessége rendkívüli helyzetekben
- Az infrastruktúra és a kommunikáció jelentős leromlása, pusztulása esetén
 - A munkakörülmények romlása esetén (beleértve a vezénylőterem, tartalékvezénylő és a védett vezetési pont elérhetőségének, vagy használhatóságának romlását is) jelentős sugárzás/szennyeződés, vagy rombolás hatására
 - Rendkívüli környezeti hatások mellett
 - Villamos betáplálás és/vagy mérőműszerek elvesztése esetén
 - A többi blokkok esetleges negatív hatása mellett
 - Hosszan (több héten át) elnyúló védekezés szükségessége esetén
 - Megközelíthetőségi, ellátási, személyzetiánnal összefüggő problémák kezelése
- c) A telephelyi nukleárisbaleset-elhárítási rendszer működése
- A működés képessége több blokk elvesztése esetén, korlátozott információk alapján, közlekedési nehézségek, magas sugárzási szint és telephelyen kívüli rendkívüli nehézségek mellett
 - A BESZ felkészültsége, gyakorlottsága, erőforrásai (emberek, eszközök, adatok, dokumentumok)
 - Közreműködők lehetséges bevonása (tűzoltók, mentők, külső műszaki támogatás)
 - A döntéshozatal hatékonysága, működőképessége
 - Működőképesség a villamos betáplálás elvesztése esetén, beleértve a VVP elvesztésének esetét is.

VII. A súlyosbaleseti helyzetek kezelését javító lehetséges intézkedések

A CBF jelentés önálló részében kell összefoglalni azokat a biztonságnövelő intézkedéseket, amelyek az egyes vizsgálati területeken mutatkozó esetleges hiányosságok jövőbeni kiküszöbölését szolgálják.

Be kell mutatni a tervezett intézkedés fő vonásait és a javító hatás jellegét. Előzetes becslést kell kidolgozni arra, hogy az intézkedés mennyi idő alatt fogantatosítható. Világossá kell tenni, hogy az intézkedés elmaradása milyen hátrányokkal járna.