



**A FUKUSHIMAI BALESET NYOMÁN AZ EURÓPAI
ATOMERŐMŰVEKBEN VÉGREHAJTOTT
STRESSZ-TEST**

**Jelentés Magyarország szakértői
felülvizsgálatáról**

Végső jelentés

2012 március

1	A NEMZETI HATÓSÁGI JELENTÉS ÉS A NEMZETI VIZSGÁLAT MINŐSÉGE³	
1.1	A nemzeti hatósági jelentések megfelelése az ENSREG stressz-teszt specifikációban meghatározott tématerületeknek	3
1.2	A rendelkezésre bocsátott információ megfelelősége és konzisztenciája az ENSREG útmutatásával.....	4
1.3	Annak értékelése, hogy az erőmű kellő összhangban van-e az érvényes engedélyezési alapjával a stressz-teszt terjedelmébe tartozó esetekre	4
1.4	Az erőmű ellenálló képessége értékelésének megfelelősége: a tartalékok értékelésénél figyelembe vett helyzetek.....	4
1.5	Az intézkedések hatósági kezelése és a nemzeti hatósági jelentésben bemutatott következtetések	4
2	AZ ERŐMŰ ÉRTÉKELÉSE A FÖLDRENGÉS, ELÁRASZTÁS ÉS EGYÉB SZÉLSŐSÉGES IDŐJÁRÁSI HELYZETEKRE NÉZVE	5
2.1	A jelenlegi helyzet ismertetése az atomerőműben a földrengésekre nézve.....	5
2.2	A jelenlegi helyzet ismertetése az atomerőműben az elárasztásra nézve	9
2.3	A jelenlegi helyzet ismertetése az atomerőműben a szélsőséges időjárási helyzetekre nézve	11
3	AZ ERŐMŰ ÉRTÉKELÉSE AZ ENERGIAELLÁTÁS ELVESZTÉSE ÉS A VÉGSŐ HŐELNYELŐ ELVESZTÉSE ESETÉN	14
3.1	A jelenlegi helyzet az atomerőműben	14
3.2	Az erőmű ellenálló képességének vizsgálata.....	15
3.3	Az adott területre vonatkozó felülvizsgálati következtetések és ajánlások	19
4	ERŐMŰVI SÚLYOSBALESET-KEZELÉS VIZSGÁLATA	19
4.1	Az atomerőmű jelenlegi helyzetének bemutatása.....	19
4.2	Az erőmű ellenálló képességének vizsgálata.....	20
4.3	A nemzetközi felülvizsgálat következtetései és ajánlásai	25
5	RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	27

1 A NEMZETI HATÓSÁGI JELENTÉS ÉS A NEMZETI VIZSGÁLAT MINŐSÉGE

A 2011. március 11-én a Fukushima Atomerőműben bekövetkezett baleset szükségessé tette, hogy az Európai Unió szintjén összehangolt módon határozzák meg az atomerőművek biztonságának további javítási lehetőségeit. 2011. március 25-én az EU Tanácsa arra a következtetésre jutott, hogy az Unióban található atomerőművek biztonságát átfogó módon és nyilvánosan végrehajtott kockázat- és biztonságértékelés alapján felül kell vizsgálni. Az értékelést előbb az adott ország nemzeti nukleáris hatóságának kell függetlenül felülvizsgálnia, majd harmadik fázisként alá kell vetni nemzetközi szakértői felülvizsgálatnak is. A szakértői felülvizsgálat három lépésből áll: elsőként a nemzeti hatósági jelentések felülvizsgálatára kerül sor, majd a három tématerület (külső kezdeti események, a villamos betáplálás és a végső hőelnyelő elvesztése, valamint a baleset-kezelés) szerinti párhuzamos felülvizsgálat következik, végül a 17 érintett ország helyszíni felülvizsgálatával zárul.

A magyar nemzeti hatósági jelentés a Paksi Atomerőmű által a Célzott Biztonsági Felülvizsgálatról (CBF) készített végső jelentés alapján készült. A CBF célja a nukleáris biztonsági kérdések vizsgálata volt, különösen a külső okokból bekövetkező eseményekkel szembeni védettségre nézve. A felülvizsgálat a Paksi Atomerőmű telephelyén található összes nukleáris létesítményre (1-4. blokkok és a kiegészítő üzemanyagot tároló pihentető medencék) kiterjedt. A jelentés nem terjedt ki a külön telephelyen üzemelő száraz típusú kiegészítő üzemanyag-tárolóra.

A tématerület felülvizsgálata során a nemzeti hatósági jelentésre és a három témakörrel kapcsolatban folytatott megbeszélésekre alapozva elkészült az országról készült jelentés tervezete. A tervezetet Magyarország képviselői előzetesen megkapták és ez képezte az alapját a stressz-teszt szakértői felülvizsgáló csapat ország-felülvizsgálatának. A látogatás során további egyeztetésekre került sor a hatóság és az üzemeltető szakértőivel, valamint a telephely helyszíni bejárását is tartalmazta. Az ország-felülvizsgálat során lefolytatott megbeszélések alapja a nyitott kérdések listája volt, amelyekkel kapcsolatban a magyar fél további információt biztosított még a misszió előtt. A telephely bejárás tématerületeinek listáját szintén előzetesen megkapta Magyarország. A bejárás során, a tisztázó és magyarázó jellegű tájékoztatók mellett, a szakértők megtekintették az érintett helyszíneket, berendezéseket és a felkészülés eszközeit, valamint az alkalmazáshoz szükséges utasításokat.

Magyarország átfogó nemzeti hatósági jelentést nyújtott be, amelyben bemutatta az elvégzett elemzéseket és ezek eredményeit. A tématerületek felülvizsgálata során Magyarország további részletes válaszokat és magyarázatokat adott a felmerült kérdésekre. Az ország-felülvizsgálat során mind a hatóság, mind az üzemeltető megfelelő magyarázatokkal és igazolásokkal szolgált, és hozzáférést engedett a kért dokumentációhoz. A telephely bejárása során az összes olyan helyszínhez hozzáférést biztosítottak, amelyre a szakértők igényüket fejezték ki. A hozzáférés akadálytalan, a biztosított kiegészítés elegendő volt. Ehhez kapcsolódóan a szakértői csapat ki kívánja fejezni elismerését a hatóság és az üzemeltető, különösen a felülvizsgálatban részt munkatársainak jó együttműködéséért és a mutatott kölcsönös tiszteletért.

Az ország-jelentés az ország-felülvizsgálat befejeztével véglegesedett, azt a szakértői csapat és a nemzeti hatóság elfogadta. A szakértői felülvizsgálat fő megállapításai az egyes tématerületenkénti fejezetek végén találhatóak.

1.1 A nemzeti hatósági jelentések megfelelése az ENSREG stressz-teszt specifikációban meghatározott tématerületeknek

A nemzeti hatósági jelentés összhangban van az ENSREG által meghatározott tématerületekkel. A jelentés az ENSREG specifikáció szerkezetét szigorúan követi, ami jelentősen megkönnyítette az információk felülvizsgálatát és feldolgozását. Általános észrevétel, hogy a jelentés jól szerkesztett és a kulcskérdésekre összpontosít.

A jelentésben az általános következtetéseket levonják és a Paksi Atomerőműben lehetséges biztonságnövelő intézkedéseket tartalmazza, a szükséges további elemzéseket azonosítja.

1.2 A rendelkezésre bocsátott információ megfelelősége és konzisztenciája az ENSREG útmutatásával

A jelentésben és az ország-felülvizsgálat során nyújtott információ megfelelő volt és az értékelés szerint konzisztens volt az útmutatással. A helyzetet az országban jól bemutatták és elmagyarázták. Magyarország nagy mennyiségű, világosan és jól strukturált információt biztosított. Magyarországon egy atomerőmű van, a jelentés erre összpontosított.

1.3 Annak értékelése, hogy az erőmű kellő összhangban van-e az érvényes engedélyezési alapjával a stressz-teszt terjedelmébe tartozó esetekre

A jelentés nem azonosított olyan esetet, amelynél az erőmű ne felelne meg az engedélyezési feltételeknek a tervezési alapba tartozó földrengésre, elárasztásra vagy szélsőséges időjárási körülményekre, valamint a villamos energia vagy a végső hőelnyelő elvesztésére nézve.

Az erőmű létesítésekor érvényes tervezési alap számos olyan követelményt (pl. a szabadfelszíni gyorsulás, a külső veszélyek előfordulási gyakorisága) nem tartalmazott még, amelyeket a későbbiekben hozzáadtak. A biztonságnövelési folyamat révén az erőmű sikeresen meg tudott felelni ezeknek.

Továbbá a létesítéskor nem voltak hatósági követelmények a tervezési alapot meghaladó balesetekre. Most már vannak ilyen követelmények és így az erőmű a megfelelő átalakítások után képes lehet megfelelni ezeknek.

A tervezett üzemidő-hosszabbítás előfeltételeként a hatóság megköveteli a súlyos balesetek kezeléséhez szükséges átalakítások befejezését még mielőtt az adott blokk eredetileg tervezett üzemideje lejárna.

1.4 Az erőmű ellenálló képessége értékelésének megfelelősége: a tartalékok értékelésénél figyelembe vett helyzetek

A földrengés és elárasztás esetére a tartalékokat értékelték. A szélsőséges időjárási helyzetekre vonatkozó biztonsági tartalékok értékelése még nem fejeződött be.

Az erőmű ellenálló képességének átfogó értékelése a külső villamosenergia-ellátás elvesztésére, a villamosenergia-ellátás teljes elvesztésre és a végső hőelnyelő elvesztésére megtörtént. Ugyanakkor a villamosenergia-ellátás teljes elvesztésének és a végső hőelnyelő elvesztésének kombinált esetét a villamosenergia-ellátás teljes elvesztése burkolja és ezért külön nem elemezték.

A magyar jelentés minden olyan rendszerelemet ismertet, amely a súlyos balesetek kezelése szempontjából nélkülözhetetlen, vagy amely létesítését tervezik, vagy amely még jelenleg csak megbeszélések tárgyát képezi. A baleset-kezeléshez és a veszélyhelyzeti tervezéshez szükséges szervezeti felkészülést és a súlyos balesetek kezeléséhez kapcsolódó berendezések telepítéséhez kapcsolódó intézkedéseket (nyomásmentesítés, szűrt leeresztés vagy belső konténment hűtés, stb.) a vonatkozó eljárások (állapot-orientált kezelési utasítások és a súlyosbaleset-kezelési útmutatók) elkészítésével együtt szintén tárgyalja a jelentés.

1.5 Az intézkedések hatósági kezelése és a nemzeti hatósági jelentésben bemutatott következtetések

Egyértelműen kiderül, hogy az erőmű által elvégzett stressz-tesztben a hatóság is részt vett. A hatóság felülvizsgálta az elvégzett elemzéseket és azokat megfelelőnek találta. A folyamat során hatósági ellenőrzésekre is sor került annak érdekében, hogy biztosítsák, hogy az üzemeltető a stressz-tesztet az

ENSREG specifikációval összhangban hajtotta végre. További ellenőrzéseket végeztek, hogy megbizonyosodjanak a biztonsági tartalékok és a jövőbeni javító intézkedések megfelelőségéről.

Az önértékelés befejeztével az üzemeltető számos javító intézkedést javasolt a biztonsági tartalékok növelése érdekében. A hatóság áttekintette a javasolt intézkedéseket és azokat relevánsnak és megfelelőnek találta az önértékelés során feltárt javítási lehetőségek megvalósításához. Ezen túlmenően a hatóság néhány további intézkedést is szükségesnek talált.

A tartalékok növelése érdekében végrehajtandó intézkedések részletes elemzéseket és további feladatok elvégzését igénylik. Ezért a hatóság egy intézkedési terv elkészítését rendelte el, amely tartalmazni fogja az egyes intézkedések részletes specifikációját és a végrehajtásuk határidejét. Ezt a tervet 2012. június 30-ig kell benyújtania az üzemeltetőnek hatósági felülvizsgálatra.

A javító intézkedések maradéktalan végrehajtásának eredményeként az erőműben előálló biztonsági helyzet megítélésében a hatóság osztja az engedélyes megállapításait, mely szerint:

- A villamos betáplálás és a végső hőelnyelő tartós elvesztése miatt bekövetkező súlyos balesetek bekövetkezésének valószínűsége csökken.
- Az alternatív vízbetáplálási útvonal és az alternatív villamos betáplálás biztosításával a pihentető medencék súlyos balesete megelőzhető vagy csökkenthető.
- Az extrém külső események ugyan továbbra is okozhatnak károkat a telephelyen, de e károk következménye csökken.
- Az egyidejűleg több blokkot érintő balesetek megelőzésének és/vagy csökkentésének képessége nő.
- Az egyidejűleg több blokkot érintő balesetek elhárítási tevékenységhez igénybe vehető megoldásokat kibővítenek.

2 AZ ERŐMŰ ÉRTÉKELÉSE A FÖLDRENGÉS, ELÁRASZTÁS ÉS EGYÉB SZÉLSŐSÉGES IDŐJÁRÁSI HELYZETEKRE NÉZVE

2.1 A jelenlegi helyzet ismertetése az atomerőműben a földrengésekre nézve

2.1.1 Biztonsági földrengés

2.1.1.1 Szabályozási alap a biztonság értékeléséhez és a hatósági felügyelethez

Az Országos Atomenergia Hivatal a törvényes hatóság a Magyarország területén lévő nukleáris létesítmények biztonságának felügyeletében az 1996. évi CXVI számú atomtörvényben lefektetett alapvető biztonsági szerepkörök szerint.

A részletes nukleáris biztonsági követelményeket a 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet és annak mellékleteként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzat (NBSZ) részletezték, amelyet a 2011. augusztus 11-én kiadott újabb kormányrendelet és NBSZ váltott fel. Az NBSZ általánosan meghatározza a tervezési alappal szembeni követelményként, hogy 10^{-4} /év visszatérési gyakoriságúnál nagyobb természetes eredetű veszélyforrásokot kell figyelembe venni a tervezési alapban. Az NBSZ követelmények összhangban vannak a nemzetközi gyakorlattal (NAÜ biztonsági szabványok és WENRA referencia szintek).

2.1.1.2 A biztonsági földrengés meghatározása

A Paksi Atomerőmű szeizmicitását először az 1970-es évek elején értékelték determinisztikus módszerrel. Az elemzéssel $I=6$ értéket kaptak az MSK skálán. A mértezési földrengés intenzitását ennél egy intenzitásfokkal magasabbra vették, ami a 0.025-0.05g maximális szabadfelszíni gyorsulásnak felel meg.

A későbbi elemzéseket valószínűségi módszerrel (PSHA) végezték összhangban a NAÜ biztonsági szabványokkal és a nemzetközi gyakorlattal. Ennek eredményeként 1996-ban a méretezéshez

figyelembe vett biztonsági földrengést $PGA_H=0,25g$ vízszintes és $PGA_V=0,2g$ függőleges szabadfelszíni gyorsulással jellemezték. Ezek az SL-2-nek megfelelő értékek még ma is érvényesek. Az SL-1-hez kapcsolódó adatokat nem említi a jelentés, de a megbeszélések során tisztázták és az alábbiak szerint dokumentálták.

2.1.1.3 A téma területre vonatkozó főbb követelmények

A Paksi Atomerőmű létesítésekor az 1970-es években nem voltak követelmények a nukleáris szeizmikus tervezési alappal kapcsolatban (az épületeket az ipari szabványoknak megfelelően tervezték). A tervezett üzemidő meghosszabbítás előfeltételeként a hatóság megkövetelte, hogy a tervezési alapon túli és a súlyos baleseti helyzetek kezeléséhez szükséges átalakításokat az eredetileg tervezett üzemidő lejártá előtt végre kell hajtani minden blokkon.

A jelenlegi magyar szabályozás az erőmű teljes élettartamára vonatkozóan a 0,005 meghaladási valószínűségű földrengést tekinti a tervezés alapjaként (ami 10^{-4} /év gyakorisághoz tartozik az 50 éves időtartamra), amely jellemzőit (PGA, válaszspektrum) a medián veszélyeztetettségi görbe alapján kell meghatározni a telephely tulajdonságainak figyelembevételével.

Az erőmű tervezési alapját a súlyozott átlag veszélyeztetettségi görbén a 10^{-4} /év meghaladási szinten specifikálták. A jelentésből úgy tűnik, hogy a NAÜ szabványok szerinti üzemeltetési földrengési szintet (SL-1) nem határozták meg. Ugyanakkor az ország-felülvizsgálat során tisztázódott, hogy a magyar hatósági követelmények szerint az SL-1 üzemelési földrengést meg kell határozni és valójában az SL-1 földrengést a nemzetközi és a magyar követelmények, valamint a nemzetközi jó gyakorlat alapján meghatározták és dokumentálták a Végleges Biztonsági Jelentésben.

2.1.1.4 A követelmények műszaki háttere, biztonsági értékelés és hatósági felügyelet

A jelenleg érvényben lévő biztonsági földrengés meghatározásához alkalmazott PSHA-t 1986-ban és 1996-ban végezték el az Európai Bizottság által támogatott PHARE projekt keretében és a NAÜ felülvizsgálati missziói mellett. A hatóság szerint a szeizmikus veszélyeztetettség értékelését a nemzetközi gyakorlat és az abban az időben érvényes NAÜ szabványok és útmutatók alapján végezték. A legutóbbi értékelés során egy továbbfejlesztett valószínűségi (PSHA) módszert alkalmaztak, amely az adatbázis és a modell feltételezések bizonytalanságának figyelembevételére logikai fa megközelítést használ.

A valószínűségi módszerek mellett mikroszeizmikus és elmozdulás méréseket is végeztek. A veszélyeztetettség elemzés során továbbá nagy figyelmet fordítottak a telephely környezetében potenciálisan felszínre kifutó elvetődések értékelésére. Az elvetődéseket szeizmikus visszaverődési profilokkal elemezték. Ezen túlmenően részletesen elemezték a talajfolyósodás kockázatát is.

2.1.1.5 Időszakos biztonsági felülvizsgálatok

Az atomtörvény szerint az engedélyesnek tízévente Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatot (IBF) kell végrehajtania, amelyre legutóbb 2007-2008 között került sor.

Az IBF során felülvizsgálták az 1999-es és a 2007-es földrengésbiztonsági értékelést is és az új tudományos eredmények, valamint a telephely mikroszeizmikus monitorozó hálózat adatainak figyelembevételével megújították az értékelést. A legújabban kidolgozott nemzetközi szabványokat szintén figyelembe vették az IBF-ek során. A 2007-ben végrehajtott IBF során nem változtatták meg a biztonsági földrengést, de a biztonsági földrengés meghatározásának megfelelőségét igazolták és a legújabb követelményeknek megfelelő veszélyeztetettség-értékelést elvégeztek. A 2007-es IBF eredményeként új problémákat is feltártak, nevezetesen: felismerték, hogy szükség van a viszkózus rezgéscsillapítók karbantartásának és a viszkózus közegeinek átalakítására, a dokumentumok archív adatbázisának naprakész állapotba hozására; az osztályozási adatbázis javítására; a szeizmikus PSA eredményeiből származó néhány további intézkedésre (talajfolyósodási tanulmány) és egyéb felülvizsgálatokra (a szeizmikus szempontú üzemi rend fenntartása javításának szükségessége).

2.1.1.6 A tervezés alap megfelelőségének értékelése

A magyar hatóság szerint a Paksi Atomerőmű szeizmikus veszélyeztetettségének értékelését a magyar követelményekkel, a nemzetközi szabványokkal és jó gyakorlattal összhangban végezték. A mikroszeizmikus monitorozás eredményeként, a veszélyeztetettségi elemzés földrengések gyakoriságára vonatkozó bemenő adatai megbízhatósága jelentősen növekedett. A jelentés elegendő információt biztosít ahhoz a következtetéshez, hogy a Paksi Atomerőmű jelenleg érvényes biztonsági földrengésének meghatározására bemutatott módszertan széles körben megfelel a jelenlegi modern szabványoknak és a NAÜ biztonsági szabványainak.

2.1.1.7 Az erőmű megfelelése a tervezési alap követelményeknek

Amiatt, hogy a Paksi Atomerőmű telephelyének értékelésekor a szeizmikus veszélyeztetettséget alábecsülték, az erőművet nem tervezték a földrengés terhekre. Annak érdekében, hogy az erőművet a felülvizsgált biztonsági földrengésre minősítsék, 1993-ban földrengésbiztonsági felülvizsgálatot indítottak. A magyar nemzeti hatósági jelentés számos megerősítést és javító intézkedést mutat be részletesen, köztük az épületek megerősítését. 1993 és 2003 között nagy számban hajtottak végre jelentős megerősítéseket és minősítéseket.

A jelentés arra a következtetésre jut, hogy az elvégzett megerősítések és javítóintézkedések alapján az erőmű megfelel a jelenleg érvényes biztonsági követelményeknek. Ugyanakkor azonosítottak néhány olyan közvetett szeizmikus hatást és végrehajtottak néhány további intézkedést a szeizmikus biztonsági szint javítása érdekében: a nem biztonsági osztályba sorolt, de biztonsági funkciót veszélyeztethető rendszerlemek javítása vagy rögzítése; a szeizmikus másodlagos hatások (tűz, belső elárasztás) elleni további védelem. A stressz-teszt során további (nem biztonsági) rendszerlemeket is értékelték, pl. a tűzoltók laktanyát.

2.1.2 Az erőmű ellenálló képességének értékelése tervezésen túli hatásokra

2.1.2.1 A biztonsági tartalékok vizsgálatának módszere

A biztonsági tartalékok értékelését a különféle erősségű és spektrumú földrengések hatásainak elemzésével végezték, egészen a súlyos üzemanyag sérülést okozó tartományig. A következő megközelítéseket alkalmazták: (1) Egyszerűbb empirikus, félempirikus módszerek. (2) Numerikus modellezés: a talajfolyósodással szembeni biztonsági tartalékok vizsgálata talajmechanikai, empirikus módszertan és feszültség számítás alkalmazásával. (3) Valószínűségi módszerek (szeizmikus PSA: biztonsági tartalékok értékelése a villamosenergia-ellátás elvesztése, a végső hőelnyelő elvesztése és a konténment funkció földrengések miatti elvesztése valószínűségi HCLPF (High Confidence of Low Probability of Failure - nagy hihetőségű, kis valószínűségű meghibásodás) értékkel szűrve). (4) Kiválasztott aktív elemek és a reaktorvédelmi rendszer szabályozó kazettáinak vizsgálata rázópados kísérlettel a szeizmikus tartalékok meghatározása érdekében.

2.1.2.2 A biztonsági tartalékokra és szakadékszél hatásokra vonatkozó fő eredmények

A HCLPF elemzésekben az előfordulás átlagos valószínűsége a 0,5 értéket egy olyan gyorsulás értéken éri el, amelyet kiváltó földrengés gyakorisága csak 10^{-5} /év (ami kisebb, mint az erőmű tervezési alapja 10^{-4} /év). A számított gyorsulási tartomány a következő: villamos betáplálás funkció: PGA=0,46g; végső hőelnyelő: PGA=0,42g; A konténment funkció elvesztése: PGA=0,53g. A villamos betáplálás elvesztésének, a végső hőelnyelő elvesztésének és a konténment funkció elvesztésének valószínűségét a talajgyorsulásban kifejezett földrengés terhelés függvényében számszerűsítették.

A talajfolyósodással szembeni biztonsági tartalékok számszerű vizsgálata csak szűk tartalékok meglétét mutatta (a biztonsági tényező kb. 1,1 a felszín alatti 10-20 m-es rétegben), ami alapján arra következtettek, hogy várhatóan a talajfolyósodás a domináns sérülési mód a tervezési alapon túli szeizmikus gyorsulások esetében. A talajfolyósodás és az általa okozott épületsüllyedés várhatóan az

épületek közötti csatlakozásokra lenne jelentős hatással. Ezért a jelentés szerint szükséges a földalatti vonalas szerkezetek és csatlakozásaik újraminősítése. A talajfolyósodás potenciális negatív hatásainak ellensúlyozására olyan intézkedéseket azonosítottak, amelyek a jelenlegi munka elvégzése után rögtön kidolgozhatók.

2.1.2.3 A biztonság szempontjából azonosított erősségek és javítandó területek

1993 és 2003 között a földrengésbiztonsági program keretében nagy számban hajtottak végre újraértékeléseket és azt követően a megerősítést és a minősítést szolgáló intézkedéseket.

A földrengésbiztonsági tervezési alap felülvizsgálata rámutatott a földrengés néhány közvetett hatására, amelyek kiküszöbölésével a biztonság szintje tovább emelhető.

2.1.2.4 Az ellenálló képesség növelése érdekében végrehajtható intézkedések

A magyar nemzeti hatósági jelentés számos olyan intézkedést sorol fel, amelyek célja az erőmű földrengéssel szembeni ellenálló képességének növelése, ilyenek: (1) Intézkedések a talajfolyósodás és az épületsüllyedés okozta meghibásodások megelőzésére; (2) Intézkedések bizonyos berendezések és rendszerelemek szeizmikus minősítésének teljessé tétele érdekében; (3) A rendszerelemek földrengésbiztonsági osztályba sorolását tartalmazó adatbázis felülvizsgálata.

A következő prioritásokat határozták meg: (1) Néhány kiválasztott vasbeton épület további megerősítése. Ezen szerkezeteknek nem volt korábban szeizmikus minősítése és nincs közvetlen biztonsági funkciója; (2) Az automatikus reaktor vészleállító rendszer működésének felülvizsgálata és szükség esetén átalakítása; (3) A földalatti vonalas szerkezeteknek és csatlakozásoknak a talajfolyósodás nyomán bekövetkező épületsüllyedés által okozott meghibásodása megelőzését szolgáló intézkedések.

Az automatikus reaktor vészleállító rendszerre nézve tisztázódott, hogy a stressz-teszt eredmények és más országok tapasztalatai alapján a biztonsági hozadék szempontjából elemezni és igazolni fogják egy ilyen jel beépítésének indokoltságát.

2.1.2.5 Az üzemeltető által korábban elhatározott vagy végrehajtott, illetve a hatóság által korábban előírt intézkedések

A 2.1.2.4. pontban bemutatott intézkedéseken túlmenően a következő intézkedéseket követelte meg a hatóság: (1) Annak elemzése, hogy milyen hatással van a biztonsági hűtővízrendszer szűrőberendezés szeizmikus minősítésének hiánya a végső hőelnyelő funkcióra. (2) A földrengésbiztonsági osztályba sorolást tartalmazó adatbázis felülvizsgálata, hogy biztosítsák, hogy az osztályba sorolás összhangban van a földrengésbiztonsági átalakítások engedélyezési dokumentációjával.

2.1.3 A szakértői felülvizsgálat e területre vonatkozó konklúziói és ajánlásai

A felülvizsgálók értékelték az erőmű korszerűsítésére a jelenlegi szabványok szerint elvégzett intézkedéseket, amelyet eredetileg nem terveztek a földrengések hatásaira. A földrengés veszélyeztetettség ismételt értékelései és az azt követő átalakítások a stressz-teszt során azonosított „legjobb gyakorlatok” közé tartoznak.

Az eredeti tervezési alapot valószínűségi alapú módszerekkel újraértékelték.

Az ENSREG specifikációval összhangban, a jelenlegi nemzetközi szabványoknak és a legújabb kutatási eredményeknek megfelelően elvégzett legutóbbi földrengésbiztonsági értékelések bizonyították, hogy a Paksi Atomerőmű tervezési alapja megfelel a legkorszerűbb elvárásoknak.

A felülvizsgálatot végző szakértők értékelték a magyar jelentésen túl biztosított földtani és szeizmológiai információk bőségét. Ezek az információk bizonyítják, hogy a hatóság azonosította és ismeri a közép-magyarországi és az egyéb, a telephely környezetében lévő negyedidőszaki törésvonalakat. Az állítás szerint ezen szerkezetek aktivitása „nagyon alacsony”. A kijelentést a

telephely földrengés veszélyeztetettségéhez hozzájáruló törésvonalak korára, mozgási sebességére és szeizmikus kapacitására vonatkozóan rendelkezésre álló számszerű adatokkal támasztották alá. A következő IBF időszakban tervezik a törésvonalak további elemzését.

A jelentés a tervezési alapon túli képességeket bemutatja és tárgyalja, a biztonsági tartalékokat meghatározza. A biztonsági tartalékok értékelését determinisztikus és valószínűségi alapú módszerekkel végezték. Mivel elvégezték a Paksi Atomerőmű szeizmikus PSA elemzését, ezért az egyes meghibásodási módokra, köztük a talajfolyósodásra rendelkezésre állnak a sérülékenységi információk. A földrengésekkel szembeni tartalékok végső számszerűsítését a földrengésekre vonatkozó zónasérülési gyakorisággal fejezték ki.

Az erőmű földrengésekkel szembeni ellenálló képességét jelentősen megnövelte az elvégzett földrengésbiztonsági korszerűsítő program. Ezen túl számos további biztonságnövelő intézkedést határoztak el.

A hatóságnak azt javasoljuk, hogy fordítson figyelmet az erőmű talajfolyósodási és épületsüllyedési hatásokkal szembeni védettség növelése érdekében, valamint a kijelölt rendszerek és rendszerelemek szeizmikus minősítésével kapcsolatban és a rendszerelemek földrengésbiztonsági osztályba sorolását tartalmazó adatbázis felülvizsgálatára elhatározott intézkedések végrehajtására.

2.2 A jelenlegi helyzet ismertetése az atomerőműben az elárasztásra nézve

2.2.1 Az elárasztásra vonatkozó tervezési alap

2.2.1.1 Szabályozási alap a biztonság értékeléséhez és a hatósági felügyelethez

A nukleáris biztonsági követelményeket a 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet és annak mellékleteként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzat (NBSZ) részletezték, amelyet a 2011. augusztus 11-én kiadott újabb kormányrendelet és NBSZ váltott fel. Az NBSZ általánosan meghatározza a tervezési alappal szembeni követelményként, hogy 10^{-4} /év visszatérési gyakoriságúnál nagyobb természetes eredetű veszélyforrásokat kell figyelembe venni a tervezési alapban. Az NBSZ követelmények összhangban vannak a nemzetközi gyakorlattal (NAÜ biztonsági szabványok és WENRA referencia szintek).

2.2.1.2 Az elárasztásra vonatkozó tervezési alap meghatározása

A jelentésben két okot azonosítottak, amely elárasztáshoz vezethet: a Duna természetes vízjárása és a felvízi műtárgyak (duzzasztógáták) sérülése. Az elárasztásra vonatkozó tervezési alapot a 10^{-4} /év meghaladási valószínűséggel határozták meg. Az árvíz lezajlása közben az elárasztás különféle forrásainak (jeges árvíz, gátszakadás, jégtorlasz) értékelése szerint a Paksi Atomerőmű környezetében a maximális számított vízszint 96,14 mBf (Balti tenger szintje feletti magasság). A telephely magassága (97,15 mBf) a számított legmagasabb vízszint felett van.

2.2.1.3 A téma területre vonatkozó főbb követelmények

A hatósági követelmények szerint a 10000 éves visszatérési gyakoriságú természetes eredetű elárasztás jellemzőit meg kell határozni. A jelentés szerint a mesterséges szerkezetek (gátak) meghibásodásából származó veszélyeztetettséget 10^{-7} /év visszatérési gyakoriságig kell figyelembe venni.

2.2.1.4 A követelmények műszaki háttere, biztonsági értékelés és hatósági felügyelet

A biztonsági elemzésekre vonatkozó követelmények alapja a determinisztikus és a valószínűségi megközelítés. Az természetes eredetű elárasztás által okozott veszélyeztetettséget a helyi vízmérce által (1916-1985 között) gyűjtött adatok statisztikai értékelése alapján határozták meg. A stressz-teszt céljából elvégzett részletes elemzésekhez hidrodinamikai modellt alkalmaztak.

2.2.1.5 Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatok

A jelentés említi, hogy a legutóbbi IBF (2007-2008) feltárta, hogy az elárasztás által okozott veszélyeztetettséget egyes meteorológiai eredetű helyzetekben nem teljesen szisztematikusan dokumentálták és elemezték. Az IBF során az elárasztással kapcsolatban figyelembe vett kérdéseket a jelentés nem részletezte. Később tisztázódott, hogy az elárasztás által okozott veszélyeztetettség része volt az IBF-nek, a 2007-es felülvizsgálat során felülvizsgálták és igazolták az elárasztásra vonatkozó tervezési alapot.

2.2.1.6 A tervezési alap megfelelőségének értékelése

A jelentés úgy fogalmaz, hogy mivel az elárasztás szintje 1 m-rel alacsonyabb a telephely szintjénél, így az elárasztás által okozott veszély kizárható. Ugyanakkor a biztonsági hűtővízrendszer szivattyúinak gépházai a vízkivételi műben a tervezési alaphoz tartozó elárasztás alatt van. A gépházak elárasztása megtörténhet a falátvezetésekén keresztül, amelyek nem rendelkeznek vízzáró szigeteléssel (Lásd a 2.2.2.4.-ben szereplő javító intézkedést). A szélsőséges csapadékmennyiség által okozott elárasztás veszélyét az alábbi 2.3. fejezet tárgyalja.

2.2.1.7 Az erőmű megfelelése a tervezési alap követelményeknek

A jelentés konklúziója szerint az erőmű az elárasztással szembeni védelemre nézve megfelel a tervezési alapjának, ami konzisztens a hatósági követelményekkel. Ugyanakkor kijelentik, hogy intézkedést kell végrehajtani a biztonsági hűtővízrendszer védelmének megerősítése érdekében, hogy biztonságban legyen az elárasztással kapcsolatban újonnan meghatározott kockázatokkal szemben.

2.2.2 Az erőmű ellenálló képességének értékelése tervezésen túli hatásokra

2.2.2.1 A biztonsági tartalékok vizsgálatának módszere

Az elárasztással szembeni biztonsági tartalékok becslését konzervatív modellszámításokkal végezték el.

2.2.2.2 A biztonsági tartalékokra és szakadékszél hatásokra vonatkozó fő eredmények

A jelentés szerint a telephely terepszintje 0,85 m-rel magasabban van, mint az erőmű körüli védművek koronaszintje, ezért nem kell számítani a telephely elárasztására. Még a legközelebbi bősi víztározó sérülése is csak 1 m-rel a telephely terepszintje alatti vízszintet okozhat. Ezek alapján az elegendő biztonsági tartalék miatt az elárasztás nem eredményezheti az erőmű alapvető biztonsági funkcióinak elvesztését.

2.2.2.3 A biztonság szempontjából azonosított erősségek és javítandó területek

Az erőmű biztonsági erőssége az, hogy a telephelyének terepszintje a Duna természetes vízjárása miatt vagy gátszakadás esetén az elárasztás során lehetséges maximális vízszint felett helyezkedik el.

A biztonság javítására a stressz-teszt során azonosított terület a biztonsági hűtővízrendszer védelmének növelése.

2.2.2.4 Az ellenálló képesség növelése érdekében végrehajtható intézkedések

Mivel a felülvizsgálat során figyelembe vett Duna csúcsvízszint a biztonsági hűtővízrendszer szivattyúk gépháza felett van, ezért célszerű a szivattyúk rendelkezésre állásának növelése érdekében a gépház falátvezetéseit vízzáró típusúra cserélni.

2.2.2.5 *Az üzemeltető által korábban elhatározott vagy végrehajtott, illetve a hatóság által korábban előírt intézkedések*

A jelentés szerint az erőmű elárasztása gyakorlatilag kizárható, ezért az üzemeltető nem határozott meg vagy hajtott végre intézkedéseket ezzel kapcsolatban. A hatóság általi nyomon követésre számot tartó intézkedést a 2.2.2.4. pont tartalmazza.

2.2.3 A szakértői felülvizsgálat e területre vonatkozó konklúziói és ajánlásai

Az elárasztásra vonatkozó tervezési alap vizsgálatával kapcsolatban alkalmazott megközelítés megfelelőnek tűnik és összhangban van a nemzetközi szabványokkal.

A tervezési alap elárasztással szembeni biztonsági tartalékok meghatározásához konzervatív feltételezésekkel modellszámításokat végeztek. Ezek alapján a rendelkezésre álló biztonsági tartalék miatt az elárasztás nem okozhatja az erőmű alapvető biztonsági funkcióinak elvesztését

A hatóságnak azt javasoljuk, hogy fordítson figyelmet a biztonsági hűtővízrendszeri szivattyúk gépháza elárasztással szembeni védelmének növelésére előírányzott intézkedés végrehajtására.

2.3 A jelenlegi helyzet ismertetése az atomerőműben a szélsőséges időjárási helyzetekre nézve

2.3.1 A szélsőséges időjárási helyzetekre vonatkozó tervezési alap

2.3.1.1 Szabályozási alap a biztonság értékeléséhez és a hatósági felügyelethez

A nukleáris biztonsági követelményeket a 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet és annak mellékleteként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzat (NBSZ) részletezték, amelyet a 2011. augusztus 11-én kiadott újabb kormányrendelet és NBSZ váltott fel. Az NBSZ általánosan meghatározza a tervezési alappal szembeni követelményként, hogy 10^{-4} /év visszatérési gyakoriságúnál nagyobb természetes eredetű veszélyforrásokat kell figyelembe venni a tervezési alapban. Az NBSZ követelmények összhangban vannak a nemzetközi gyakorlattal (NAÜ biztonsági szabványok és WENRA referencia szintek).

Az NBSZ 4.117 pontja szerint a szélsőséges időjárási helyzetek között a következő körülményeket kell figyelembe venni: „nagy erejű szellőek, csapadék, felhalmozódott jég- és hótorlaszok, villám, extrém módon magas és alacsony hőmérséklet, aszály”.

2.3.1.2 A szélsőséges időjárási terhek származtatása

A Gumbel féle megközelítést alkalmazták a 10000 éves visszatérési gyakoriságú szélsőséges időjárási helyzetek mért és tervezett szélsőséges értékeinek meghatározására. A Duna alacsony és magas vízszintjét azokhoz a statisztikai módszerekhez hasonló módszerekkel értékelték, mint amit a 10^{-4} /év visszatérési gyakoriságú alacsony vízszint meghatározására alkalmaztak.

A stressz-teszt felülvizsgálat során új veszélyeztetettség elemzést készítettek a legújabb meteorológiai adatok alapján. Minden külső veszélyforrásra meghatározták a 10^{-7} /év visszatérési gyakoriságot különféle konfidencia szintek mellett.

2.3.1.3 A tématerületre vonatkozó főbb követelmények

A jelentés szerint a 10^{-4} /évnél kisebb visszatérési gyakoriságú természetes eredetű kezdeti események kiszűrhetők a tervezési alapban posztulálandó kezdeti események köréből. Ugyanakkor a biztonsági elemzéseknek figyelembe kell venniük az alacsonyabb gyakoriságú külső események hatásait is és valószínűségi elemzést kell végezni egészen 10^{-7} /év gyakoriságig.

2.3.1.4 *A követelmények műszaki háttere, biztonsági értékelés és hatósági felügyelet*

A szélsőséges időjárási terhelések származtatására vonatkozó követelmények alapja a determinisztikus és a valószínűségi megközelítés (Gumbel statisztika). A PSA módszereket szintén alkalmazták. Ennek eredményeként a 10^{-7} /év visszatérési gyakoriságú eseményeket a különböző konfidenciaszinteken meghatározták a külső veszélyforrásokra.

2.3.1.5 *Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatok*

A jelentés említi, hogy a legutóbbi IBF (2007-2008) feltárta, hogy az elárasztás által okozott veszélyeztetettséget egyes meteorológiai eredetű helyzetekben nem teljesen szisztematikusan dokumentálták és elemezték. A szükséges javító intézkedéseket meghatározták és ezek végrehajtása folyamatban van. A 2007-ben végrehajtott IBF keretében és azután új tanulmányok készítésébe kezdtek a tervezési alapon túli értékek és veszélyeztetettségi görbék meghatározása érdekében. Ezeket a stressz-teszt során alkalmazták és/vagy kiterjesztették.

2.3.1.6 *A tervezés alap megfelelőségének értékelése*

A tervezési alap vizsgálata során alkalmazott megközelítés megfelel a nemzetközi szabványoknak. A szélsőséges időjárási helyzetek következményeinek újraértékelése a 10^{-7} /év gyakorisággal bezárólag folyamatban van. Ugyanakkor néhány szélsőséges időjárási helyzetet (pl. tornádó) nem értékelték és a kapcsolódó tervezési alapot nem határozták meg. Később tisztázódott, hogy a tornádót azért nem vették figyelembe a tervezési alapon, mert a visszatérési gyakorisága (valószínűségi kritérium) alapján kiszűrték a terjedelemből. Bizonyos egyedi feltételek mellett Magyarországon a maximális egyenes vonalú szélterhelés burkolja a tornádó terhelést a tervezési alapon belüli és az azon túli valószínűségekkel.

2.3.1.7 *Az erőmű megfelelése a tervezési alap követelményeknek*

Az erőmű a szélsőséges időjárás helyzetekkel szembeni védelemre nézve megfelel a a hatósági követelményekkel konzisztens tervezési alapjának.

2.3.2 **Az erőmű ellenálló képességének értékelése tervezésen túli hatásokra**

2.3.2.1 *A biztonsági tartalékok vizsgálatának módszere*

A legutóbbi, 2007-2008 folyamán végrehajtott IBF keretében meghatározott intézkedésként rendszertechnikai elemzést végeztek azon rendszerek és épületszerkezetek meghatározására, amelyek tervezési alapjában figyelembe kell venni a külső veszélyforrásokat. Az adott külső veszély hatását a biztonsági funkciókra szisztematikusan meghatározták. Ezután egyenkénti dokumentáció-ellenőrzést hajtottak végre, hogy megállapítsák a tervezési alap dokumentáltságának teljességét. Ez a munka jelenleg folyamatban van és ezért nem szerepelnek az eredményei a jelentésben. Mérnöki értékelés jelenleg a biztonsági jelentőségű villamosenergia-ellátó rendszerekre áll már rendelkezésre, melynek eredményeit a jelentés bemutatta.

A tervezési alapon túli környezeti terhelésekre a szerkezetek sérülékenységét átfogó elemzéssel és mérnöki becsléssel vizsgálták és értékelték, illetve vizsgálni és értékelni fogják.

2.3.2.2 *A biztonsági tartalékokra és szakadékszél hatásokra vonatkozó fő eredmények*

A 2.3.2.1. pontban leírtak szerint jelenleg a biztonsági jelentőségű villamosenergia-ellátó rendszerek (üzemzavari dízel generátorok) kivételével még nem áll rendelkezésre a tartalékokra vonatkozó eredmény. A rendelkezésre álló eredmény szerint: (1) Szélsőséges szélterhelés: nincs közvetlen hatás a dízelek épületére, de bizonyos villamos berendezések és elosztószekrények porvédelmét tovább kell vizsgálni. (2) Szélsőségesen magas hőmérséklet: az összes helyiségre és berendezésre meghatározták a maximális üzemi hőmérsékletet. Egyes olyan érzékeny berendezésekhez, amelyek belső hőtermeléssel

rendelkeznek a meglévő tartalékok alkalmazhatatlansága esetén mobil légkondicionálókat rendeltek meg. (3) Szélsőségesen alacsony hőmérséklet: az üzemi hőmérséklet alsó korlátait meghatározták. Azonosítottak néhány olyan esetet, amikor ideiglenes fűtésre lehet szükség. (4) Szélsőséges csapadék: felülvizsgálat alatt, a tartalékok elemzése nem áll jelenleg rendelkezésre. A szélsőséges zúzmaralerakódás és ónos eső valószínűségi elemzésekben vizsgálandó. (5) Villámlás: a tervezési szabványoknak megfelelő védelem áll rendelkezésre. A villám elektromágneses impulzusa elleni túlfeszültség-védelmet csak a közelmúltban létesített berendezések esetén építették már ki. (6) Szárazság: a kis valószínűségű események közelmúltban elvégzett vizsgálata bizonyította, hogy a tervezési alap még a Duna legalacsonyabb vízállása esetére sem sérül.

A telephely csatornarendszerének átfogó hidraulikus modellezése folyamatban van. A tervezési alapon túli csapadék és hóolvadás esetére várhatóan javítóintézkedésekre lesz szükség.

A fő következtetés az, hogy a hosszú idejű lefutás és az időjárási előrejelzések rendelkezésre állása lehetővé teszik a megfelelő intézkedések végrehajtását.

A sérülékenységi görbék tanulmányozása alapján a tartalékok jelentősnek mondhatók. A jelentés nem vesz figyelembe szakadékszél hatást, mert nem feltételezi, hogy bármely meteorológiai paraméter kis megváltozása hirtelen meghibásodást okozhatna. Ugyanakkor a jelentés nem tartalmaz információt az egyes szélsőséges időjárási helyzetekre vonatkozó tervezési értékek és a veszélyforrások közötti biztonsági tartalékokról.

2.3.2.3 A biztonság szempontjából azonosított erősségek és javítandó területek

A szélsőséges időjárási helyzetekkel kapcsolatos biztonsági erősség nem azonosítható a jelentésben. A következő javítandó területeket jelölték meg: az épületek minősítésének, PSA elemzések és a biztonsági tartalékok mérnöki értékelésének teljessé tétele.

2.3.2.4 Az ellenálló képesség növelése érdekében végrehajtható intézkedések

A következő intézkedésekről tesz említést a jelentés: (1) szélsőséges csapadék: a biztonsági hűtővízrendszer szivattyú gépház falátvezetéseinek vízzáróvá tétele az elárasztással szembeni ellenálló-képesség növeléseként; (2) Szélsőséges időjárási helyzetek: az épületek minősítésének teljessé tétele és a szükséges megerősítések elvégzése.

2.3.2.5 Az üzemeltető által korábban elhatározott vagy végrehajtott, illetve a hatóság által korábban előírt intézkedések

A fent felsorolt intézkedéseken túlmenően a hatóság a következő intézkedések megtételét ítélte szükségesnek a villámvédelemmel kapcsolatban: (a villámlás által kiváltott) elektromágneses hatásokkal veszélyeztetett biztonság szempontjából fontos rendszerelemek osztályozását el kell végezni.

2.3.3 A szakértői felülvizsgálat e területre vonatkozó konklúziói és ajánlásai

A szélsőséges időjárási helyzetek vizsgálatával kapcsolatban alkalmazott megközelítés megfelelőnek tűnik és összhangban van a nemzetközi szabványokkal. A szélsőséges időjárási terhek származtatásához mind determinisztikus, mind valószínűség alapú megközelítést alkalmaztak.

A tervezési alapon túli képességeket a jelentés bemutatja és tárgyalja, a biztonsági tartalékokat meghatározza. A szerkezetek tervezési alapon túli terhelések okozta sérülékenységét átfogó sérülékenységi elemzéssel és szakértői becsléssel vizsgálták. Ugyanakkor a jelentés nem tartalmaz információt a szélsőséges időjárási helyzeteket jellemző paraméterekre vonatkozó biztonsági tartalékokra. Különösen javasolt figyelmet fordítani az esővíz elvezető rendszer sérülékenységére a tervezési alapot meghaladó csapadék és hóolvadás esetére. A nemzeti hatósági jelentés szerint a szélsőséges időjárási helyzetekkel kapcsolatos sérülékenységi értékelés, beleértve a vízelvezető rendszert is jelenleg folyik.

A jelentés elegendő bizonyítékot szolgáltat arra vonatkozóan, hogy az IBF folyamat kiterjedt a meghatározott meteorológiai veszélyek vizsgálatára.

A hatóságnak azt javasoljuk, hogy fordítson figyelmet a rendszerelemek szélsőséges időjárási helyzetekkel szembeni védelmének növelésére előirányzott intézkedések végrehajtására.

3 AZ ERŐMŰ ÉRTÉKELÉSE AZ ENERGIAELLÁTÁS ELVESZTÉSE ÉS A VÉGSŐ HŐELNYELŐ ELVESZTÉSE ESETÉN

3.1 A jelenlegi helyzet az atomerőműben

3.1.1 Szabályozási alap a biztonság értékeléséhez és a hatósági felügyelethez

Az atomenergia alkalmazásának jogszabályi alapjait az 1996. évi CXVI számú törvény (Atomtörvény) fekteti le, amelyet első kiadása óta számos alkalommal módosítottak. A törvény többek között meghatározza az alapvető biztonsági funkciókat.

A részletes nukleáris biztonsági követelményeket a 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet és annak mellékleteként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzat (NBSZ) részletezték, amelyet a 2011. augusztus 11-én kiadott újabb kormányrendelet és NBSZ váltott fel. Az új jogszabály a stressz-teszt jelen tématerületével kapcsolatos követelményekre nézve nem jelentett alapvető változtatást.

3.1.2 A tématerületen alkalmazott fő követelmény

Az NBSZ minden biztonsági rendszerrel szemben megköveteli a redundancia, diverzitás, egyszeres hibatűrés, stb. meglétét. A hőelvonásra és az energiaellátásra nézve a legáltalánosabb követelmények:

- Meg kell határozni és elemezni kell a hőtermelődés és a hőelvonás folyamatát. A végső hőelnyelő felé történő hőelvezetést biztosítani kell. Ezen túlmenően a hőelvezetés esetén passzív eszközök figyelembe vételét is biztosítani kell.
- Biztosítani kell, hogy a villamosenergia-ellátó rendszer képes villamos energiát szolgáltatni a biztonsági rendszerek és elemek részére normál üzemben, valamint várható üzemi események és tervezési üzemzavarok során.
- A biztonsági jelentőséggel bíró energiaellátó rendszereket és elemeket a biztonsági osztályuknak megfelelő módon kell megtervezni.

3.1.3 A követelmények műszaki háttere, biztonsági értékelés és hatósági felügyelet

Magyarországon a nukleáris biztonsági engedélyezés alapját a determinisztikus elemzések képezik, de a jogszabályok megkövetelik a valószínűségi elemzések végrehajtását is. Ezzel összhangban a Paksi Atomerőmű elvégezte az 1-es és 2-es szintű PSA elemzéseket mind a reaktor, mind a pihentető medence esetén, a teljesítmény üzemre és leállított állapotokra, figyelembe véve a belső kezdeti eseményeket és veszélyeket, valamint elkészítették a szeizmikus PSA-t.

A biztonsági követelményeket a NAÜ biztonsági szabványai alapján dolgozták ki. A legutóbbi jogszabály felülvizsgálat egyik fő célja a WENRA referencia szintekkel való teljes mértékű összhang biztosítása volt. A legújabb NAÜ követelmény dokumentumok és a WENRA referencia szintek jelentették a fő forrásokat a felülvizsgálók számára. Ezek alapján kijelenthető, hogy a jelenlegi követelmények feltehetően teljes mértékben összhangban vannak a WENRA referencia szintekkel.

3.1.4 Időszakos biztonsági felülvizsgálatok

A 2007-ben végrehajtott Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat során számos biztonságnövelő intézkedést azonosítottak, amelyek már a végrehajtás fázisában tartottak a fukushimai baleset esetén.

3.1.5 Az erőmű megfelelése a követelményeknek

A felülvizsgálat nem tárt fel arra utaló jelet, hogy a Paksi Atomerőmű ne felelne meg a jelenlegi követelményeknek.

Kiemelendő, hogy az OAH a Célzott Biztonsági Felülvizsgálat felügyelete érdekében általános ellenőrzési eljárás indított, amely során számos ellenőrzést végzett, hogy megbizonyosodjon arról, hogy az engedélyes megfelel a felülvizsgálat követelményeinek.

3.2 Az erőmű ellenálló képességének vizsgálata

3.2.1 A biztonsági tartalékok vizsgálatának módszere

A magyar nemzeti hatósági jelentés megfelel az ENSREG elvárásainak. A jelentés részletesen bemutatja a Paksi Atomerőmű villamos rendszereinek tervezési kérdéseit és a külső energiaellátás, a teljes villamosenergia-ellátás, továbbá a végső hőelnyelő elvesztésének kezelésére vonatkozó képességeket.

A villamosenergia-ellátás és a hőelnyelő képesség elvesztésével kapcsolatos célzott biztonsági felülvizsgálati követelmények tükrében a biztonsági tartalékok vizsgálatára alkalmazott általános módszer azonosítja a redundancia és diverzitás szintjét, továbbá azt az időskálát, amely szerint a különböző biztonsági funkciókat meg kell valósítani a jelentős üzemanyag károsodás megelőzése érdekében.

3.2.2 A biztonsági tartalékokra és szakadékszél hatásokra vonatkozó fő eredmények

3.2.2.1 Külső villamosenergia-ellátás elvesztése

A külső villamosenergia-ellátás elvesztésének tervszerű kezelése az erőmű házi üzemű teljesítményre való leterhelését jelenti. Amennyiben ez nem lehetséges, az erőmű biztonsági sínjeit a dízelgenerátorokról táplálják meg. Az üzemzavari villamosenergia-ellátó rendszer minden egyes ága alkalmas a reaktor biztonságos leállított állapotának fenntartására bármely, a tervezési alapba tartozó üzemzavar bekövetkezése esetén. A külső villamosenergia-ellátás elvesztése esetén az egyes dízelgenerátorok egymástól függetlenül kapnak indítási parancsot. A 12 (blokkonként három) dízel generátor mindegyikéhez tartozik egy-egy 100 m³-es földalatti üzemanyag tartály, amely 70 m³, egyenként 120 óra üzemelésre elegendő üzemanyagot tartalmaz. A tartályokban tárolt üzemanyag földrengés és elárasztás ellen védett. A dízelgenerátorok beavatkozást nem igénylő üzemideje közel 30%-kal megnövelhető a tárolt üzemanyag mennyiségének megnövelésével. A dízelgenerátorok hűtését a közbelső hűtőkör biztosítja; e nélkül a dízelgenerátorok üzemképtelenek, bár a tűzvíz rendszerből is lehet hűtővizet juttatni a dízelgenerátorokhoz.

A normál villamosenergia-ellátás elvesztése esetén a mérőrendszerek az akkumulátorokról üzemelnek három és fél órán keresztül. Az időközben elinduló dízelgenerátorok töltik az akkumulátorokat.

A szükséges távvezetékek és kapcsoló-állomások rendelkezésre állása esetén alternatív villamosenergia-ellátás biztosítható a Dunamenti Gázturbinás Erőműből a 120 kV-os hálózaton, míg a Litéri Gázturbinás Erőműből a 400 kV-os hálózaton. Az elvégzett tesztek alapján az adott útvonal beállítása és a szükséges kapcsolások elvégzése egy órán belül végrehajtható. A Dunamenti Gázturbinás Erőműben autonóm villamosenergia-forrás áll rendelkezésre, amely lehetővé teszi a külső villamosenergia-ellátás és az országos hálózat nélküli indítást.

3.2.2.2 A villamosenergia-ellátás teljes elvesztése

A villamosenergia-ellátás teljes elvesztés esetén csak az akkumulátorról táplált vagy sűrített levegővel működő rendszerek állnak rendelkezésre, tehát csak a mérőrendszereknek és a legfontosabb beavatkozásokhoz nyújtanak áramot, illetve működtető energiát. A szekunder oldali nyomás az üzemzavari kezelési utasítások megfelelő alkalmazásával, valamint az atmoszférába redukáló szelepek

nyitásával stabilizálható és csökkenthető. Alacsonyabb nyomású víz juttatható a gőzfejlesztőkbe egy alternatív betáplálási útvonalon keresztül. A felülvizsgálat során a csoport részletes kiegészítő információt kapott az atmoszférába történő gőzlefúvatás kézi nyitásáról és a pneumatikus szelepek működéséről.

A villamosenergia-ellátás normál teljesítményüzem során való teljes elvesztése esetén, villamosenergia-ellátás és szekunder oldali alternatív betáplálás nélkül a gőzfejlesztők a villamosenergia-ellátás elvesztését követően 4,5 órán belül kiszáradnak, megszűnik a hőelvonás, és a villamosenergia-ellátás elvesztése után kb. 10 órával zónasérülés következik be.

Villamosenergia-ellátás nélkül a pihentető medence hűtővíz keringtetése leáll. A legkonzervatívabb állapotot, azaz a legmagasabb maradványhőt és normál vízszintet (amely sokkal alacsonyabb, mint az átrakási vízszint) feltételezve legkorábban 4 óra múlva kezdődik az intenzív forrás. Körülbelül 19 óra múlva kezdődhet meg az üzemanyag-kazetták burkolatának sérülése. Ez az időtartam azonban 25 óra is lehet, ha a kiindulási vízszint magasabb.

A villamosenergia-ellátás teljes elvesztése esetén mobil súlyos baleseti dízelgenerátorok állnak rendelkezésre, amelyek képesek a súlyos baleseti megelőző és enyhítő intézkedések végrehajtására alkalmas mérő-, vezérlő- és beavatkozó rendszerek ellátására (beleértve az akkumulátorok töltését). A meglévő mobil generátoroknak a biztonsági ellátórendszerek és a közbenső hűtőkori szivattyúk ellátására való korlátozott képessége miatt javító intézkedésként határozták meg további diverz dízelgenerátorok beszerzését a baleseti helyzetek kezelése érdekében.

A felülvizsgálat során a csoport részletes kiegészítő információt kapott a szivattyú gyártója által elvégzett kísérleti vizsgálatokról, amelyek igazolták a főkeringtető szivattyúk tömitéseinek tömörségét. Igazolódott, hogy a főkeringtető szivattyúk tömitéseinek szivárgása nem merül fel problémaként a Paksi Atomerőműben.

3.2.2.3 Végző hőelnyelő

A VVER-440 típusú blokkok végző hőelnyelése a közbenső hűtőkörön keresztül valósul meg. Amennyiben a közbenső hűtőkör nem áll rendelkezésre, szekunder oldali betáplálást és leeresztést kell kezdeni a gőzfejlesztőn keresztül. Mindamellet, leállított állapotokban a szekunder oldali betáplálás és leeresztés kevésbé hatékony és sok tápvíz tartalékot követel. A közbenső hűtőkör elvesztésének megelőzését célzó tervezési intézkedések magukba foglalják a hármas rendszerágú tervezést, amely ágak mindegyike 100%-os hűtési kapacitással rendelkezik tervezési üzemzavarokra vonatkozóan, továbbá a rendszer függetlenségét a külső villamosenergia-ellátástól, valamint a térbeli elválasztást.

A hőelnyelő elvesztésével járó üzemzavarok során a szekunder kör hűtővíz ellátása a sótalánvíz rendszerből, földrengésre megerősített rendszerelemeken keresztül biztosítható. Az üzemzavari állapottól függően a hűtést az üzemzavari tápvíz szivattyúk vagy a kiegészítő üzemzavari tápvíz szivattyúk nyújtják, amelyek a sótalánvíz tartályok fővezetékéből közvetlenül juttatják a vizet a gőzfejlesztőkbe. Leállított állapotban a sótalánvíz tartályban tárolt vízmennyiség képes 2-3 napra közbenső hűtőkori vizet biztosítani.

Az energiaellátás rendelkezésre állásától függően az alternatív hűtési lehetőségek az alábbi útvonalon valósulhatnak meg:

- Parti szűrésű kutak - technológiai hűtővízrendszer – közbenső hűtőkör;
- Erőművi tűzvízszivattyú állomás – technológiai hűtővízrendszer – közbenső hűtőkör;
- Dízel tűzvíz szivattyúk – technológiai (nem létfontosságú) hűtővízrendszer – közbenső hűtőkör;
- Tűzoltójárművek és dízelszivattyúk kaszkád kapcsolása;
- Sótalánvíz tartálypark;
- Közbenső hűtőkör / tűzvíz rendszer – technológiai nem létfontosságú hűtővízrendszer – pótvíz lágyító – sótalánvíz tartály park.

A pihentető medence végző hőelnyelője elvesztésének lehetősége alacsony. Megállapítható, hogy teljesítményüzemben bekövetkező üzemzavar esetében a helyzettől függő, de minimum 10 óra, a pihentető medence tekintetében minimum 19 óra áll rendelkezésre az üzemanyag burkolatának sérüléséig.

3.2.2.4 A végső hőelnyelő és a villamosenergia-ellátás teljes elvesztése

A villamosenergia-ellátás és a végső hőelnyelő egyidejű teljes elvesztését a Paksi Atomerőmű esetén a villamos-energiaellátás teljes elvesztése magába foglalja, mivel az energiaellátás teljes elvesztésével mindig együtt jár a végső hőelnyelő elvesztése is.

3.2.3 A biztonság szempontjából azonosított erősségek és javítandó területek

A VVER-440/V213 erőművek inherens biztonsági tervezése jelentős időtartalékokat biztosít a villamosenergia-ellátás és a végső hőelnyelő elvesztése esetén. Ez az alacsony teljesítmény és a primer és a szekunder oldali rendszerek viszonylag nagy víztérfogata miatti nagy termikus tehetetlenségnek, továbbá a konténmenten belül, a lokalizációs rendszerben tárolt, a zóna hűtésére felhasználható nagy térfogatú vízmennyiségnek köszönhető.

A hálózat zavara vagy a külső villamosenergia-ellátás elvesztése esetén a mélységi védelem első szintjében a blokkok automatikusan lekapcsolódnak az országos hálózatról és szigetüzemre kapcsolnak, majd teljesítményük házi üzemi szintre terhelődik le. Akár egy blokk csökkentett teljesítménye is elegendő villamos energiát tud nyújtani a négy blokk összes házi üzemi fogyasztójának.

A dízelgenerátorok három azonos felépítésű, egymástól teljesen független ágat alkotnak. A közbenső hűtőköri vízzel való hűtés mellett a dízelgenerátorok tűzvízzel is hűthetők, a csatlakozási pont könnyű hozzáférhetősége gyors telepítést tesz lehetővé.

A végső hőelnyelő elvesztése esetén számos alternatív hűtési lehetőség van. Emiatt a hűtési képesség elvesztésének valószínűsége alacsony. Az érdekes megoldások egyike a melegvíz csatorna vizének felhasználása tűzvíz szivattyúkkal, ha az üzemzavari vízrendszer nem áll rendelkezésre.

3.2.4 Lehetséges intézkedések az ellenálló képesség növelésére

A fentiek alapján a külső villamosenergia-ellátás, illetve az energiaellátás teljes elvesztése esetén a biztonsági tartalékok értékelése igazolta a biztonsági gátak megfelelő időtartamú védelmi képességeit, azaz elegendő idő áll rendelkezésre az erőművi villamosenergia-ellátás helyreállítását célzó balesetkezelési intézkedések végrehajtására. Mindezeket túl a jelenlegi erőművi tervezés biztonságának további növelésére intézkedéseket határoztak el, amelyek az alábbi 3.2.5. fejezet mutat be.

3.2.5 Az üzemeltető által már elhatározott vagy megvalósított, valamint a hatóság által megkövetelt intézkedések

Az erőmű villamos-energiaellátás elvesztésével szembeni ellenállásának javítására előirányzott intézkedések:

1. Értékelni kell a 400 kV-os és 120 kV-os alállomások, valamint a szigetüzemre kapcsoló automatikák földrengéssel szembeni védettségét, és azt szükség szerint növelni kell.
2. A baleset-kezelési eljárásokban rögzített intézkedések, ellenőrző rendszerek áramellátását biztosító, jelenleg is rendelkezésre álló súlyosbaleseti-dízelgenerátorok mellett indokolt diverz baleseti dízelgenerátor telepítése, amelynek segítségével a súlyos baleset megelőzésében, a baleset hosszú távú kezelésében szerepet játszó biztonsági fogyasztók megtáplálása biztosítható. A diverz baleseti dízelgenerátor teljesítményét olyan módon kell megválasztani, hogy képes legyen a szükséges számú fogyasztók, szivattyúk, elzáró szerelvények megtáplálására. A létesítendő, független baleseti dízelgenerátorok számát és teljesítményét a biztonsági elvek figyelembevételével kell meghatározni.
3. A telephelyen elérhető váltóáramú betáplálások tekintetében a felülvizsgálat során feltárt alternatív, blokkok közötti, eddig még nem használt normál, tartalék és biztonsági sínek közötti áttáplálási lehetőségekre kezelési utasításokat kell készíteni.
4. A blokkok 6 kV-os biztonsági rendszerei közötti áttáplálási lehetőségek javítása érdekében megvalósíthatósági tanulmányt kell készíteni, amelynek célja, hogy a külső hálózat felhasználása

nélkül is bármely működő dízelgenerátorról megtáplálható legyen bármely blokk 6 kV-os biztonsági rendszere. A tanulmány megállapításai alapján a szükséges átalakításokat el kell végezni.

5. Távoli, villamos távvezeték-hálózattal elérhető gázturbina felhasználhatóságának kiterjesztése érdekében kezdeményezni kell a litéri gázturbina saját dízelgenerátorról történő elindíthatóságának kialakítását.

Az erőmű végső hőelnyelő elvesztésével szembeni ellenállásának javítására előirányzott intézkedések:

6. A biztonsági hűtővíz-rendszer szűrői eltömődésének megakadályozása érdekében meg kell oldani a szalagszűrők biztonsági villamos betáplálását.

7. Be kell vezetni az alacsony vízszint kialakulásakor előirányzott intézkedéssorozat keretében alkalmazandó berendezések teljes körének rendszeres ellenőrzését, karbantartását és üzempróbáját. El kell készíteni a még hiányzó ellenőrzési, tesztelési és karbantartási utasításokat.

8. A biztonsági földrengésre minősíteni kell az egészségügyi és laborépület burkoló paneljeit, hogy garantálható legyen a potenciálisan veszélyeztetett II. kiépítési (3. és 4. blokk) három sóatlanvíztartály rendelkezésre állása.

9. A sóatlanvíztartályok szabad tárolókapacitásának figyelembevételével, az üzemeltetési szabályzat és a kezelési utasítások módosításával az üzemeltetőnek maximalizálnia kell a folyamatosan rendelkezésre álló, tárolt sóatlanvíz mennyiségét.

10. A II. kiépítésen rendelkezésre álló, földrengésálló, mintegy nyolc óra üzemre alkalmas önálló dízel-betáplálással rendelkező tűzivízszivattyú-telep vízbázisa jelenleg csak működtetett hűtővíz-rendszerek esetén hasznosítható. Meg kell oldani, hogy megfelelő átalakítással a zárt szelvényű melegvíz-csatornában rendelkezésre álló $2 \times 2000 \text{ m}^3$ víztartalékot hozzáférhetővé tegyék olyan esetekre is, amikor a biztonsági hűtővíz-rendszer felől nincs áramlás a csatornában.

11. A parti szűrésű kúttelep búvárszivattyúinak villamos megtáplálását megfelelő védettségű telepített vagy mobil dízelgenerátor segítségével baleseti helyzetekre is alkalmazható módon kell kialakítani.

12. Az I. kiépítésen (1. és 2. blokk) rendelkezésre álló kapcsolat mintájára a II. kiépítésen (3. és 4. blokk) is meg kell oldani a vízbetáplálást a tűzivíz rendszer felől a biztonsági hűtővíz-rendszerbe a technológiai hűtővíz-rendszeren keresztül.

13. Biztosítani kell blokkonként legalább egy dízelgenerátor számára a tűzivízrendszerrel történő hűtővízellátáshoz szükséges eszközöket úgy, hogy az a biztonsági hűtővíz hiányában is indítható és üzemeltethető legyen. Az alternatív hűtés alkalmazásához elvégzendő műveleteket kezelési utasításban kell rögzíteni.

14. A sóatlanvíztartályokon megfelelő csatlakozási pontot kell létesíteni annak érdekében, hogy a vízbetáplálás a kiegészítő üzemzavari tápvízrendszeren keresztül – a meglévő csővezeteki kapcsolatokon kívül – mobil eszközökkel is megvalósítható legyen.

15. A már kialakított lehetőség alapján a konténmentbe való közvetlen hűtővíz-betáplálásra meg kell oldani, hogy a rendelkezésre álló tartálypark felhasználásával erre a célra bórozott vizet lehessen alkalmazni. Ki kell alakítani a külső forrásból származó vízkészletek felbórozásának lehetőségét is. A külső forrásból a konténmentbe történő betáplálás módját kezelési utasításban kell rögzíteni.

16. A pihentető medence kívülről történő vízpótlását a földrengésre, külső veszélyekre megfelelően méretezett, betáplálóvezeték kiépítésével, udvartéri flexibilis csatlakozás lehetőségével kell biztosítani. E vezetéken az előző bekezdés szerint felbórozott vízkészlet felhasználásával kell a pihentető medence vízpótlását elvégezni. A gyakorlati alkalmazáshoz szükséges kezelési utasításokat ki kell dolgozni.

17. A kiegészítő üzemzavari tápvízrendszeren kialakított külső vízbetáplálásra szolgáló csatlakozási pontot és az alkalmazását szolgáló armatúrák működtetési helye baleseti körülmények közötti megközelíthetőségét felül kell vizsgálni, szükség esetén át kell alakítani.

A hatóság által szükségesnek tartott további intézkedés:

18. Meg kell vizsgálni a zárt reaktor 150 °C alatti primer köri hőmérséklettel bíró üzemállapotára egy valószínűségi elemzésen alapuló, a kockázat egyenletes eloszlását figyelembe vevő időbeli korlátérték kidolgozásának és bevezetésének indokoltságát.

3.3 Az adott területre vonatkozó felülvizsgálati következtetések és ajánlások

A magyar nemzeti hatósági jelentésben bemutatott információ teljes körű és lefedi az ENSREG által előírt területeket. Az erőmű működésének szöveges bemutatását egyszerűsített diagramok egészítik ki, amelyek segítik a rendszerek tulajdonságainak jobb megértését. A végső hőelnyelést biztosító villamos ellátórendszerek és berendezések elemzése megfelelő, az eredmények megbízhatóak. Az azonosított hiányosságokat a javasolt javító intézkedések kezelik.

Számos intézkedés már meg is valósult. A Paksi Atomerőmű rendelkezik a végső hőelnyelő elvesztését követő hűtési képességekkel. Az érdekes megoldások egyike a melegvíz csatorna vízének tűzivíz szivattyúkkal való felhasználása, ami lehetővé teszi a közbenső hűtőköri rendszer megtáplálását.

A meglévő berendezések közötti összekapcsolási lehetőségek kihasználhatóak, habár ez a rendszerek elválasztottságának megszűnéséhez vezethet. Az ilyen javító intézkedéseket vagy átalakításokat alaposan elő kell készíteni. A megvalósítást megelőzően az elválasztással kapcsolatos kérdéseket meg kell vizsgálni.

A kapcsoló alállomás részben földrengésre megerősített; az erőmű további, nem biztonsági berendezéseket is próbál megerősíteni.

4 ERŐMŰVI SÚLYOSBALESET-KEZELÉS VIZSGÁLATA

4.1 Az atomerőmű jelenlegi helyzetének bemutatása

4.1.1 Szabályozási alap a biztonság értékeléséhez és a hatósági felügyelethez

A nukleáris biztonsági követelményeket a 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet és annak mellékleteként kiadott Nukleáris Biztonsági Szabályzat (NBSZ) részletezték, amelyet a 2011. augusztus 11-én kiadott újabb kormányrendelet és NBSZ váltott fel. A nukleáris biztonsági szabályzatok általánosságban előírják az erőmű tervezési alapját meghatározó fő kereteket és követelményeket. Ezek a követelmények összhangban vannak a nemzetközi gyakorlattal (NAÜ biztonsági szabványokkal és a WENRA referencia szintekkel).

4.1.2 A tématerületen alkalmazott fő követelmények

A hatóság megköveteli a súlyos baleseti intézkedések végrehajtását. Súlyos balesetek kezelésre vonatkozó hatósági követelmények a fukushimai baleset után léptek érvénybe. Az OAH átvette a WENRA referencia szinteket, amelyek tartalmazzák a tervezési alap kiterjesztésére, a súlyos balesetek kezelésére és a veszélyhelyzeti felkészülésre vonatkozó követelményeket. A súlyosbaleset-kezelési útmutatók kidolgozása, begyakorlása és bevezetése az 1. blokkon 2011 végére befejeződött. Az 1. blokkon a súlyosbaleset-kezeléssel kapcsolatos berendezés átalakítások is megtörténtek. A Paksi Atomerőmű többi blokkja esetén a súlyos baleseti intézkedések és a súlyosbaleset-kezelési útmutatók megvalósítása 2014-es befejezéssel van beütemezve.

4.1.3 A követelmény biztonsági vizsgálat és hatósági felügyelet műszaki megalapozása

Magyarországon a nukleáris biztonsági szabályokban meghatározottak szerint a nukleáris biztonsági engedélyezés determinisztikus elemzéseken alapul. További szabályozások követelik meg valószínűségi elemzések (PSA) végrehajtását is. Ennek megfelelően a Paksi Atomerőmű elvégezte a reaktor és a pihentető medence üzemzavarait és baleseteit is magukba foglaló 1. és 2. szintű PSA elemzéseket. A valószínűségi elemzések lefedik a normál üzemmód mellett az alacsony teljesítményű

és a leállított állapotot is. A Paksi Atomerőmű súlyosbaleset-kezelési stratégiáját a 2. szintű PSA eredmények alapján határozták meg. Mindemellett a súlyos balesetek kezelését célzó berendezés átalakításokat a 2. szintű PSA még nem tartalmazza.

4.1.4 Időszakos biztonsági felülvizsgálok

A 2007-ben végrehajtott időszakos biztonsági felülvizsgálat során számos biztonságnövelő intézkedésről döntöttek. Az intézkedések végrehajtása részlegesen befejeződött vagy folyamatban volt a fukushimai baleset bekövetkezésekor. A célzott biztonsági felülvizsgálat szerinti önértékelést követően a hatósággal egyetértésben ezen elhatározott intézkedések végrehajtását felgyorsították.

4.1.5 Az erőmű megfelelősége a követelményeknek

A hatóság kijelentette, hogy a baleset-kezeléssel összefüggő WENRA referencia szinteket az érvényes magyar szabályozás már tartalmazza. A üzemzavar-kezelési eljárásokat bevezették, azokat az állapotorientált kezelési utasítások (ÁOKU) tartalmazzák. Ezen túl, a súlyosbaleset-kezelési útmutatók (SBKU) láthatóan követik a jelenlegi nemzetközi gyakorlatot. A Paksi Atomerőmű 1. blokkjára vonatkozóan a súlyosbaleset-kezelési útmutatók bevezetése 2011-ben befejeződött. A vonatkozó átalakítások végrehajtása a 2, 3. és 4. blokkon, 2014-es befejezési határidővel folyamatban van.

4.2 Az erőmű ellenálló képességének vizsgálata

4.2.1 A jelenlegi szervezetek, üzemeltetési és tervezési intézkedések megfelelősége

4.2.1.1 Az engedélyes baleset-elhárítási szervezete és intézkedési

A veszélyhelyzeti állapot kihirdetése után a Paksi Atomerőmű baleset-elhárítási szervezete a nemzeti követelményeknek és az erőművi szintű belső eljárásoknak megfelelően működik. A baleset-elhárítási szervezet tevékenységét szabályzó dokumentumok részletesen szabályozzák a rendelkezésre álló mobil berendezések és tartalékok felhasználását. Ezen dokumentumok magukba foglalják a felkészülési és ellenőrzési feladatokat, valamint a veszélyhelyzet felszámolásával kapcsolatos gyakorlati intézkedéseket. A baleset-elhárítási szervezet képes kezelni a tervezési üzemzavarokat és a súlyos baleseteket is.

Az NBSZ megköveteli, hogy az engedélyes, mind szervezeti, mind adminisztratív szempontból megfelelően készüljön fel a tervezési alapon túli események következményeinek enyhítésére. A jelentés tömören bemutatja a balesetek kezelésére vonatkozóan az engedélyes szervezetét és intézkedéseit. A nemzetközi felülvizsgálat során, a megtartott előadások keretében, a csoport további részletes információt kapott.

Az üzemeltető személyzet az üzemeltetési eljárásrendek szerint végzi tevékenységét. Súlyos baleset bekövetkezése esetén a baleset-elhárítási szervezet aktiválását követően az operatív irányítás szervezete változatlan marad a súlyosbaleset-kezelési útmutatók alkalmazásáig. A súlyosbaleset-kezelési útmutatók végrehajtása során az érintett blokk személyzete fölötti operatív irányítás az ügyeletes mérnöktől a baleset-elhárítási szervezeten belül működő műszaki támogató központhoz kerül. Ilyen esetben a sérült blokk személyzete utasítás alapján végzi tevékenységét, amely utasításokat a védett vezetési ponton működő műszaki támogató központ közvetlenül közöl a vezénnyelvel.

Az irányítást végző létesítmények, vezénnyelők és a védett vezetési pont láthatóan jól felkészültek súlyos baleseti állapotok melletti működésre. Amennyiben a vezénnyelőben való munkavégzés ellehetetlenül, akkor a tartalékvezénnyelő áll a személyzet rendelkezésére. A blokk leállításához és lehűtéséhez, valamint hideg állapotban tartásához szükséges intézkedések a tartalékvezénnyelőből végrehajthatók. Amennyiben egyik vezénnyelő sem alkalmas a munkavégzésre, akkor a vezénnyelői személyzet egy, a főépületen kívüli, előre meghatározott vezetési pontról tart kapcsolatot a műszaki támogató központtal.

A jelenlegi szervezeti struktúrában a rendelkezésre álló létesítményekkel egy blokk súlyos balesetének kezelése megfelelően megoldható. Több blokkot érintő baleset elhárításához szükséges eszközök és erőforrások biztosítására jelenleg nincsenek intézkedések az erőműben. Több blokkot érintő baleset bekövetkezése esetén a veszélyhelyzet-elhárítási feladatok végrehajtása az országos hatáskörű szervezetek segítségét igényelheti. Több blokkot érintő események kezeléséhez szükséges erőforrások értékelése elkezdődött, de még nem fejeződött be a felülvizsgálat időpontjában. A veszélyhelyzet elhárításának jobbítását célzó tervek figyelembe veszik a tűzoltáshoz, a műszaki és egészségügyi mentéshez szükséges bevont külső erőforrásokkal kapcsolatos képzéseket. Nem értékelhető, hogy a külső erőforrások mennyire hasznosak egy súlyos helyzetben, különösen sérült infrastruktúra esetén. Az üzemeltető különböző megállapodásokat kötött az erőművi személyzet súlyos baleseti helyzetben történő támogatására.

4.2.1.2 Baleset-kezelési eljárások és útmutatók

Állapotorientált kezelési utasítások állnak rendelkezésre és súlyosbaleset-kezelési útmutatók készülnek minden egyes blokk minden üzemmódjára (normál és leállási), és a pihentető medence balesetére vonatkozóan. A súlyosbaleset-kezelési dokumentáció 2011 végére elkészült. Az 1. blokkon a súlyosbaleset-kezelési útmutató csomag bevezetése és az összes kapcsolódó berendezés-átalakítás végrehajtása már befejeződött. A többi három blokkon a súlyosbaleset-kezelési útmutatók bevezetése az átalakítások befejeződése után fog megtörténni.

4.2.1.3 Súlyosbaleset-kezelésre vonatkozó hardver intézkedések

A súlyosbaleset-kezeléssel összefüggésben végrehajtott átalakítások fő elemei a következők:

- A reaktortartály külső hűtése, a buborékoltató kondenzátor vizének leeresztésével, és a reaktorokra elárasztása;
- Súlyosbaleset-kezelési ellenőrző rendszer;
- Súlyos baleseti dízelgenerátorok a súlyosbaleset-kezeléshez szükséges fogyasztók villamosenergia-ellátásához;
- Hidrogénkezelés súlyos baleseti állapotban passzív autokatalitikus rekombinátorokkal;
- A pihentető medence csőtörés miatti hűtőközeg veszteségének megelőzése.

A végrehajtás helyzetét, valamint a további tervezett megvalósítás programját az alábbi táblázat foglalja össze.

Intézkedés	1. blokk	2. blokk	3. blokk	4. blokk
Reaktorakna-elárasztás rendszerének kiépítése	Megvalósult	2012 főjavítás	2013 főjavítás	2014 főjavítás
Autonóm energiaellátás kiépítése kijelölt fogyasztókhoz	Megvalósult	Megvalósult	Megvalósult	Megvalósult
Passzív hidrogén-rekombinátorok telepítése	Megvalósult	Megvalósult	Megvalósult	Megvalósult
Pihentető medence hűtőkörének megerősítése hűtőközeg veszteség ellen	Megvalósult	2012 nov.-dec.	2013 febr.-márc.	Megvalósult
Súlyosbaleseti-mérőrendszer telepítése	Megvalósult	2012 jún.-aug.	2013 szept.-okt.	2013 máj.-jún.
Súlyosbaleset-kezelési útmutatók alkalmazásba vétele	Megvalósult	2012. dec. 31	2013. dec. 31	2014. dec. 31

Az átalakítások, a hatósági követelményeknek megfelelően, az erőművi üzemidő-hosszabbítás előfeltételei.

A biztonsági villamosenergia-ellátó rendszertől függetlenül egy-egy mobil súlyos baleseti dízelgenerátor áll rendelkezésre minden blokkon. Ezen generátorok utánfutókra vannak telepítve, tárolásuk a telephelyen, egy földrengésvédett épületben történik. Ezek a dízelgenerátorok a villamosenergia-ellátás teljes elvesztése esetén képesek villamos energiát biztosítani a súlyos baleset következményeinek enyhítését célzó megelőző intézkedésekhez (pl. nyomáscsökkentés a primerkörben, reaktorakna elárasztása, gőzfejlesztő lefűtás a hermetikus téren belül) szükséges monitoring rendszereknek. Az akkumulátorok 3,5 órán keresztül tudják ellátni a mérőrendszert. Ezen időtartam során a súlyos baleseti dízelgenerátorok helyzetbe és üzembe állíthatók.

Az erőművi tűzoltók a rendelkezésükre álló eszközökkel, a dunai csatornából való vízkivétellel képesek megfelelő mennyiségű és nyomású vizet juttatni a kiegészítő üzemzavari tápvízrendszer csatlakozásán keresztül. Alternatív hűtővíz forrásaként közvetlenül a Duna hidegvíz csatornája, vagy a közel egymillió köbmétert tartalmazó horgásztavak alkalmasak.

4.2.1.4 A pihentető medence baleseteinek kezelése

A blokkok pihentető medencéi a reaktorcsarnokban vannak, a konténmenten kívül. Az üzemanyag kazetták két egymás fölötti szinten tárolhatók a medencében. A pihentető medencék nem rendelkeznek független vízellátással és kiegészítő külső vízellátással sem. A reaktorcsarnokba lehetségesen kibocsátott hidrogén mennyiségét vizsgálni kell egy adott kiépítésen, két sérült pihentető medencén és két sérült (egy nyitott és egy zárt) reaktoron egyidejűleg bekövetkezett baleset során. Az érvényes üzemzavarkezelési-utasításnak megfelelően, villamosenergia-ellátás nélkül, a buborékoltató kondenzátor felső tálcáinak gravitációs úton történő leeresztésével lehet a pihentető medence vizét pótolni, míg az alsó tálcák vize a reaktorakna elárasztására szolgál. Egyelőre nem igazolt, hogy a buborékoltató kondenzátor tálcáiban elérhető vízmennyiség elegendő lenne-e a reaktor és a pihentető medence egyidejű balesete esetén is. A biztonság növelése érdekében, a végső hőelnyelő elvesztése esetén az engedélyes egy, a pihentető medence hosszú távú hűtését biztosító, javítóintézkedés végrehajtását tervezi egy új, független és védett betáplálási útvonal kialakításával. A pihentető medence 2. szintű PSA elemzését elvégezték. Az alternatív vízbetáplálás és villamosenergia-ellátás biztosításával a pihentető medence súlyos baleseti állapota kezelhető.

4.2.1.5 A baleset-kezelést és a több blokkon egyidejűleg bekövetkező súlyos baleset kezelésének képességét hátráltató tényezők értékelése

A Paksi Atomerőmű több blokkot érintő baleseteit megvizsgálták, és kimutatták, hogy jelenleg nem áll rendelkezésre elegendő erőforrás egy több blokkot érintő baleset elhárítására. Egy ilyen esemény nem kezelhető a telephelyen rendelkezésre álló erőforrásokkal és a szükséges bevonandó külső humán erőforrások nincsenek kiképezve több blokkon egyidejűleg bekövetkező súlyos balesetek kezelésére.

Súlyos baleset bekövetkezése nyomán kialakuló sugárzási helyzet vizsgálata szükséges a több blokkot érintő esemény kezelésének kidolgozásához. A hatóság már előírta a vizsgálat elvégzését. Súlyos baleset bekövetkezése esetén a vezénylőkbe és más, a beavatkozások végrehajtását szolgáló helyszínekre vezető útvonalakat a baleset-elhárítási szervezet a baleset során kialakuló állapotok alapján határozza meg. A személyzet az erre vonatkozó információt a rendelkezésre álló kommunikációs csatornákon keresztül kapja meg.

A Tartalék Vezetési Pontot is védeni kell földrengések, sugárzás, külső hőmérséklet, stb. ellen, továbbá fel kell szerelni a Védett Vezetési Ponttal azonos irányító és kommunikációs rendszerekkel. A Védett Vezetési Ponton lévő műszaki támogató központot is fejleszteni kell a több blokkot érintő balesetek kezelhetősége érdekében. Az összes bemutatott további intézkedés még megfontolás tárgyát képezi, és végre kell hajtani. A hatóság, 2012. június 30-i határidővel kötelezte az üzemeltetőt a különböző intézkedések végrehajtásának időrendjét tartalmazó részletes intézkedési terv benyújtására.

4.2.2 Tartalékok, szakadékszél hatások és jobbítási területek

4.2.2.1 Erősségek, jó gyakorlatok

Az engedélyes és a hatóság közötti, a PSA éves felülvizsgálatára vonatkozó megállapodás jó gyakorlat. Az SBKU végrehajtására és a súlyosbaleset-kezelési eszközök telepítésére vonatkozóan megfogalmazott hatósági követelmény, mint az üzemidő-hosszabbítás előfeltétele erősség.

A védett vezetési pont kialakítása példaértékű.

A nemzeti hatósági rendszerbe foglalt, a súlyosbaleset-kezelésre vonatkozó követelmények dicséretesek.

Elismerendő, hogy a súlyosbaleset-kezelési intézkedések végrehajtása már jóval a fukusimai baleset előtt megkezdődött.

4.2.2.2 Gyengeségek, hiányosságok (a további biztonságnövelés lehetséges területei)

Általánosan elmondható, hogy a nemzetközi felülvizsgálat nem azonosított jelentős gyengeségeket. A súlyos balesetek kezelésének a Magyarországon elhatározott módja átfogónak látszik, mindamellett vannak még olyan területek, ahol további lehetőség van a biztonság növelésére:

- Több blokkot érintő, az infrastruktúra súlyos sérülésével járó balesetek, valamint ikerblokkon bekövetkező balesetek során a hidrogén termelődésével és a reaktorcsarnokban való eloszlásával kapcsolatos kérdések teljes körű vizsgálata.
- A Tartalék Vezetési Pont megerősítése földrengések, sugárzás, külső hőmérséklet, stb. ellen, valamint a Védett Vezetési Ponttal azonos irányítási és kommunikációs képességek kiépítése.
- A hosszabb távú (egy hétnél hosszabb) súlyos baleseti következmények elemzését elvégezték. Az elemzési eredmények alapján megfelelő intézkedéseket kell kidolgozni és megvalósítani a konténment túlnyomódásának elkerülésére. Ez szűrt leeresztéssel, vagy a belső konténment hűtéshez szükséges további intézkedéssel valósítható meg. Ezek a hosszú távú belső konténment hűtést szolgáló intézkedések csak akkor tekinthetők megfelelőnek, ha az olvadt zóna sikeresen a tartályban tartható.

4.2.3 Lehetséges intézkedések az ellenálló képesség növelésére

4.2.3.1 Az erőmű fejlesztése az eredeti tervezéshez képest

Ismert, hogy a Paksi Atomerőműben 1996-ban, egy a VVER és az RBMK atomerőművek biztonságára vonatkozó NAÜ program keretében több biztonságnövelő intézkedést hajtottak végre a biztonsági kérdések kezelésére. Szinte minden kérdést kezeltek és lezártak.

Egyes súlyos baleseti átalakítások befejeződtek, míg mások még folyamatban vannak. Az évente felülvizsgált PSA eredményeit is figyelembe vették a súlyosbaleset-kezelési programban. A program befejezése egy, az OAH által megkövetelt feltétele az üzemidő-hosszabbításnak.

Az eredeti tervezés és a tervezési alapon túli események megelőzésére vonatkozó intézkedések korlátozottsága miatt a súlyos balesetek és azok következményeinek enyhítésére a Paksi Atomerőműben alkalmazott fő megközelítés az SBKU szerinti intézkedések végrehajtása. Az SBKU-t a több évvel ezelőtt megkezdett elemzések (beleértve 1. és 2. szintű PSA-t) eredményeit felhasználva dolgozták ki.

4.2.3.2 Folyamatban lévő biztonságnövelő programok a baleset-kezelés területén

A folyamatos biztonságnövelő intézkedések a VVER és az RBMK típusú reaktorok biztonságára vonatkozó NAÜ programmal kezdődtek és a súlyos baleseti enyhítő intézkedésekkel egészültek ki, amelyeket már a fukusimai baleset előtt kidolgoztak. Egy átfogó elemzési és átalakítási projekt indult a reaktorzóna súlyos sérüléséhez vezető, a tervezési alapon túli üzemzavarok következményeinek enyhítésére 2008-ban. A projekt eredményeként a súlyosbaleset-kezelési intézkedések bevezetéséhez

számos berendezés átalakítására szükség volt. A végrehajtás folyamatban van, blokkról blokkra történik, és 2014-ben fog befejeződni.

4.2.4 Üzemeltetőktől és másoktól származó új kezdeményezések, valamint a hatóságtól származó követelmények és felülvizsgálati intézkedések (beleértve további elemzéseket): átalakítások, további elemzések és döntések az erőmű üzemeltetésével kapcsolatban

4.2.4.1 A fukushimai balesetet követően indított/felgyorsított biztonságnövelő programok

A súlyos baleseti enyhítő intézkedésekhez, valamint az SBKU-hoz szükséges berendezés átalakítások kidolgozási és megvalósítási programja már a fukushimai baleset bekövetkezése előtt elkezdődött, és még folyamatban van. Ezen program részeként a hidrogén rekombinátorok telepítését felgyorsították a fukushimai baleset bekövetkezése után.

Az súlyosbaleset-kezelési dokumentáció a súlyosbaleset-kezelési program keretében 2011 végére elkészült. Az intézkedések az 1. blokkon befejeződtek, az SBKU használatára vonatkozó első képzéseket 2011-ben megtartották.

A baleset-kezelését végző erőművi szervezet megerősítésével kapcsolatos legfontosabb tervezett intézkedések az alábbiak:

- A rádió kommunikáció feltételeinek biztosítási módjait vizsgálni kell a villamosenergia-ellátás tartós elvesztése, valamint földrengés bekövetkezése esetére.
- A szükséges adatokat (úgy, mint dokumentáció, személyes adatok, stb.) tartalmazó informatikailag tükkörtároló számítógépeket kell telepíteni a Védett Vezetési Pontra és a Tartalék Vezetési Pontra.
- A baleset-elhárítási szervezet személyzetének összegyűjtésére és a telephelyre való szállítására vonatkozó eljárásokat ki kell dolgozni, a szükséges berendezéseket meg kell határozni és a rendelkezésre állásukat biztosítani kell. Be kell szerezni egy súlyos sugárzási helyzetben is megfelelő sugárvédelmet nyújtó szállítóeszközt. A védett vezetési ponton kialakított műszaki támogató központ fizikai kialakítását és eszközeit ki kell bővíteni, hogy elegendő erőforrás álljon rendelkezésre az egyenél több, akár az összes blokkon egyidejűleg bekövetkező súlyos balesetek kezelésére.
- Az egyszerre több blokkon kialakuló balesetekre reagáló szervezet felépítését és a személyzet létszámát meg kell határozni, eljárásokat kell kidolgozni a személyzetre, berendezésekre és a váltásokra vonatkozóan.

A fenti tervezett intézkedések mindegyike esetén figyelembe kell venni, hogy a telephelyen kívüli infrastruktúra is megsérülhet.

4.2.4.2 Tervezett további elemzések

A súlyos baleset kapcsán tervezett elemzések az alábbiak:

- Hidrogéntermelő és eloszlás a reaktorcsarnokban,
- Konténment túlnyomódással járó elhúzó súlyos balesetek vizsgálata,
- 2. szintű PSA elemzések naprakészen tartása,
- Szoftver alapú súlyos baleseti szimulátor kifejlesztése.

A Paksi atomerőmű súlyosbaleset-kezelésre vonatkozó stratégiáját a 2. szintű PSA elemzés eredményei alapján dolgozták ki. Ugyanakkor a súlyosbaleset-kezeléshez kapcsolódó berendezés átalakításokat a 2. szintű PSA-ban még nem vették figyelembe.

Az OAH a következő területeken követelte meg további részletes elemzések lefolytatását:

- További külső kapcsolat kialakításával lehetővé kell tenni külső forrásból a pihentető medencébe való vízbetáplálást. A csővezetéket a külső veszélyekkel szemben ellenállónak kell tervezni. A csővezetéken keresztül felbőrozott vizet kell juttatni a pihentető medencébe. A vonatkozó üzemeltetési utasításokat ki kell dolgozni.

- Folyékony radioaktív hulladék-kezelési eljárásokat kell kidolgozni súlyos baleseti helyzetekre vonatkozóan.
- Súlyosbaleset-kezelési útmutatót kell kidolgozni a reaktor és a pihentető medence egyidejű balesetére vonatkozóan. Elemzéseket kell folytatni a reaktorcsarnokban egy kiépítésen egyidejűleg két sérült pihentető medencét és két sérült (egy nyitott és egy zárt) reaktort feltételező súlyos baleset esetén a hidrogén mennyiségének és eloszlásának meghatározása érdekében.
- A hosszabb távú (egy hétnél hosszabb) súlyos baleseti következmények elemzését elvégezték. Az elemzési eredmények alapján megfelelő intézkedéseket kell kidolgozni és megvalósítani a konténment túlnyomódásának elkerülésére. Ezt szűrt leeresztéssel, vagy a belső konténment hűtéshez szükséges további intézkedéssel valósítható meg. Ezek a hosszú távú belső konténment hűtést szolgáló intézkedések csak akkor tekinthetők megfelelőnek, ha az olvadt zóna sikeresen a tartályban tartható.
- Súlyos balesetek esetén a radiológiai körülményeket, különösen egy több blokkot érintő baleset esetén bekövetkező sugárzási helyzetet elemezni kell.
- Egy több blokkot érintő baleset telephelyi kezeléséhez szükséges erőforrásokat meg kell határozni.

4.2.4.3 Az erőmű jövőbeni üzemeltetésével kapcsolatos döntések

Az üzemidő-hosszabbítás feltételeként a hatóság megkövetelte a tervezési alapon túli események, és a súlyos balesetek kezeléséhez szükséges átalakítások befejezését. A súlyosbaleset-kezelési program évek óta folyamatban van, az 1. blokkon 2011-ben befejeződött, a többi blokkon 2014 végére fog befejeződni.

4.3 A nemzetközi felülvizsgálat következtetései és ajánlásai

Dicséretes, hogy a hatóság az üzemidő-hosszabbítás feltételeként megkövetelte a súlyos balesetek kezeléséhez szükséges átalakítások megvalósítását. Elismerendő, hogy a Paksi Atomerőmű Zrt. már számos súlyosbaleset-kezelési intézkedést megvalósított és kidolgozta a súlyosbaleset-kezelési útmutatókat. A PSA éves felülvizsgálatára vonatkozó hatósági követelmény is jó gyakorlat.

A telephelyi baleset-elhárítási szervezetet és az események kezelését fejleszteni kell, különös tekintettel a több blokkot egyidejűleg érintő eseményekre. A Védett Vezetési Ponton lévő műszaki támogató központot is fejleszteni kell a több blokkot érintő balesetek kezelhetősége érdekében. A Tartalék Vezetési Pontot is védeni kell földrengések, sugárzás, külső hőmérséklet, stb. ellen, továbbá fel kell szerelni a Védett Vezetési Ponttal azonos irányító és kommunikációs rendszerekkel.

Elhúzódó súlyos baleseti helyzetben a radioaktív anyagok környezeti kibocsátásának elkerülése és a konténment túlnyomódásának elkerülésére a szűrt leeresztéshez vagy a belső konténment hűtéshez szükséges rendszert kell kiépíteni. Ezek a hosszú távú belső konténment hűtést szolgáló intézkedések csak akkor tekinthetők megfelelőnek, ha az olvadt zóna sikeresen a tartályban tartható.

A hatóság által említett további, tervezett elemzések az alábbiak:

Hidrogéntermelődés és eloszlás a reaktorcsarnokban,

- 2. szintű PSA elemzések naprakészen tartása az SBKU átalakítások figyelembe vételével,
- Szoftver alapú súlyos baleseti szimulátor kifejlesztése.

A nemzetközi felülvizsgáló csoport az alábbi területeken végzendő további elemzések lefolytatását támogatja:

- További külső kapcsolat kialakításával lehető kell tenni külső forrásból a pihentető medencébe való vízbetáplálást. A csővezetéket a külső veszélyekkel szemben ellenállóknak kell tervezni. A csővezetéken keresztül felbőrozott vizet kell juttatni a pihentető medencébe. A vonatkozó üzemeltetési utasításokat ki kell dolgozni.
- Folyékony radioaktív hulladékkezelési eljárásokat kell kidolgozni súlyos baleseti helyzetekre vonatkozóan.
- Súlyosbaleset-kezelési útmutatót kell kidolgozni a reaktor és a pihentető medence egyidejű balesetére vonatkozóan.

- Elemzéseket kell folytatni a reaktorcsarnokban egy kiépítésen egyidejűleg két sérült pihentető medencét és két sérült (egy nyitott és egy zárt) reaktort feltételező súlyos baleset esetén a hidrogén mennyiségének és eloszlásának meghatározása érdekében.
- A hosszabb távú (egy hétnél hosszabb) súlyos baleseti következmények elemzését elvégezték. Az elemzési eredmények alapján megfelelő intézkedéseket kell kidolgozni és megvalósítani a konténment túlnyomódásának elkerülésére. Ez szűrt leeresztéssel, vagy a belső konténment hűtéshez szükséges további intézkedéssel valósítható meg. Ezek a hosszú távú belső konténment hűtést szolgáló intézkedések csak akkor tekinthetők megfelelőnek, ha az olvadt zóna sikeresen a tartályban tartható.
- A telephelyi baleset-elhárítási szervezetet és az események kezelését fejleszteni kell, különös tekintettel a több blokkot egyidejűleg érintő eseményekre.

A súlyosbaleset-kezelési képességek javítására, a célzott biztonsági felülvizsgálat alapján azonosított intézkedések végrehajtására intézkedési tervet kell kidolgozni. A hatóság, 2012. június 30-i határidővel kötelezte az üzemeltetőt a különböző intézkedések végrehajtásának időrendjét tartalmazó részletes intézkedési terv benyújtására.

5 RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Rövidítés	Jelentés
ÁOKU	Állapot Orientált Kezelési Utasítás
Bf	Balti tengerszint feletti magasság
CBF	Célzott Biztonsági Felülvizsgálat
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group – Európai Nukleáris Biztonsági Hatóságok Csoportja, az Európai Bizottság tanácsadó szervezete
HCLPF	High Confidence Low Probability Failure – nagy hihetőségű, kis valószínűségű meghibásodás
IBF	Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat
MSK-64	Medvedev-Sponheuer-Karnik seismic intensity scale – szeizmikus intenzitási skála
NAŰ	Nemzetközi Atomenergia Ügynökség
NBSZ	Nukleáris Biztonsági Szabályzatok
OAH	Országos Atomenergia Hivatal
PA Zrt.	Paksi Atomerőmű Zártkörű Részvénytársaság
PGA	Peak Ground Acceleration (= szabadfelszíni maximális vízszintes gyorsulás)
PHARE	Poland and Hungary: Assistance for Restructuring their Economies – Európai támogatási program az Unióhoz csatlakozni kívánó országok felzárkóztatására; később kiterjesztették a többi hasonló helyzetű országra is.
PSA	Probabilistic Safety Assessment (Valószínűségi Biztonsági Elemzés)
PSHA	Probabilistic Seismic Hazard Analysis. – Földrengésbiztonsági Valószínűségi Elemzés
RBMK	Reaktor Bolsoj Mosnosztyi Kanalnij (= Csatorna-típusú, nagy energiakimenetű reaktor)
SBKU	Súlyosbaleset-kezelési Útmutató
VVER	Vodo-vogyjanoj energetyicszkij reaktor (= vízzel moderált, vízzel hűtött energetikai reaktor)
WENRA	Western European Nuclear Safety Regulators Association – Nyugat-európai nukleáris biztonsági hatóságok szövetsége