

A PAE 1-4. BLOKK HERMETIKUS TÉR SZIVÁRGÁS-KORLÁT CSÖKKENTÉS LEHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA.

Az OAH-ABA-03/16-M1 kutatási jelentés rövid bemutatása

Készítette: Kapocs György
PM Kft

TSO szeminárium, 2017.május 30-31, OAH Budapest

FELVÁLLALT, KITŰZÖTT FELADATOK

- A hasonló konténmenttel rendelkező, VVER 440 reaktorral üzemelő erőművek hermetikus téri szivárgás korlátairól, azok ottani megalapozásának módjáról, a korláthoz képesti tényleges mért szivárgásokról, mérési módszerekről adatok gyűjtése, a paksiakkal összevetve az esetleges eltérések műszaki okainak elemzése
- A paksi blokkok MŰSZ-ben megjelenő hermetikus téri szivárgás korlát értéke eredeti megalapozásával, valamint az azóta változó hazai és nemzetközi követelményekkel kapcsolatos műszaki információk gyűjtése, ezek rendszerezése. A bemutatott információk alapján a korlát szigorítás esedékességének alátámasztása
- A paksi 1-4 blokk integrális tömörségvizsgálat (ITV) alatt mért szivárgási értékeinek valamint hibakorlát értékeinek, azok tendenciájának, a jellemző, és feltárt szivárgási hibahelyek alakulásának, a javítások módjának bemutatása. Az elvégzett lokális tömörségvizsgálatok rendelkezésre álló adatainak, a rögzített tapasztalatoknak az összegzése. A korábbi és új szivárgási érték számítási módszer közötti különbségek, mérési pontosság változások bemutatása. A trendek értékelése során az esetleges szivárgási korlát szigorítás következményeinek vizsgálata, figyelembe véve a C15 kampány következtében megváltozó éves ITV ciklus idők hatását is.
- A MŰSZ 5.6.4.1 a) korlátozás módosítási javaslatának elkészítése az új korlát értékével, figyelembe véve az előző 3 pontban bemutatott, és kidolgozandó megalapozásokat. A szigorított új korláthoz esetlegesen kapcsolódó műszaki változtatásokra (tömörségvizsgálat menete, javítások módja, ütemezése) javaslat tétel. A MŰSZ módosítás indításával kapcsolatos, Engedéllyessel lefolytatandó egyeztetésen való részvétel, igény esetén.

OAH megbízásából kidolgoztuk a paksi atomerőmű hermetikus tereire vonatkozó szivárgási korlát csökkentésének lehetőségét, az új korát értékére, illetve a MÜSZ 5.6.4.1 korlát új szövegezésére javaslatot tettünk.

A szivárgási korlát csökkentés lehetőségének vizsgálata során

- Nemzetközi kitekintést végeztünk általában a konténmentek, illetve kiemelt figyelemmel a VV440/V213 konténmentek szivárgás vizsgálatával, és szivárgási korlátaival kapcsolatban
- Megvizsgáltuk a paksi atomerőmű (PA) konténmentjei szivárgási korlátjára vonatkozó eredeti megalapozó anyagokat, áttekintettük azok későbbi felülvizsgálatának eredményeit, a változó elemző eszközök, kódok, illetve a változó szabályozás függvényében.
- Megvizsgáltuk a tervezésen túli üzemzavarok, súlyos balesetek esetén a relatíve magas konténment szivárgások következményeit a hivatkozott szakirodalom alapján.
- Bemutattuk a paksi atomerőmű és más országok VVER440/V213 atomerőmű blokkjai konténmentjeinek szivárgási érték alakulását, a fontosabb tömörség javító munkákat, a jelenlegi állapotot.
- Bemutattuk a VVER4040/V213 blokkoknál az integrális tömörségvizsgálatokkal (ITV) kapcsolatos dokumentumok készítésének, ellenőrzésének, jóváhagyásának szervezeti, intézményi felelőseit, a dokumentumok főbb felépítését, a mérések lefolytatására vonatkozó főbb előírásokat.
- Kitértünk a lokális tömörségvizsgálatok nemzetközi gyakorlatára, kiemelve a VVER440/V213 blokkok hermetikus terei komponenseinek vizsgálatát.
- Bemutattuk az ITV mérések eredményére vonatkozó abszolút mérési hiba számítás elveit, az abszolút hiba értékek alakulását a PA konténmenteknél.
- Kitértünk a pótlevegős ITV mérések magyar fejlesztésére, és rámutattunk, hogy a kísérleti vizsgálatok eredményei a tömegvesztéses módszer validálásának is tekinthetők.
- A forrásirodalom alapján bemutattuk az extrapolációs számítások módszerét a szivárgási etalon görbék alapján, az extrapolált hibakorlát értékeit a PA 4 blokkja esetében.

Javaslatok az új korlát értékekre

Az új extrapolált szivárgási korlát értékére 10,0 %/nap a javaslatunk, (régi 14,7 %/nap, 250 Kpa nyomáson)

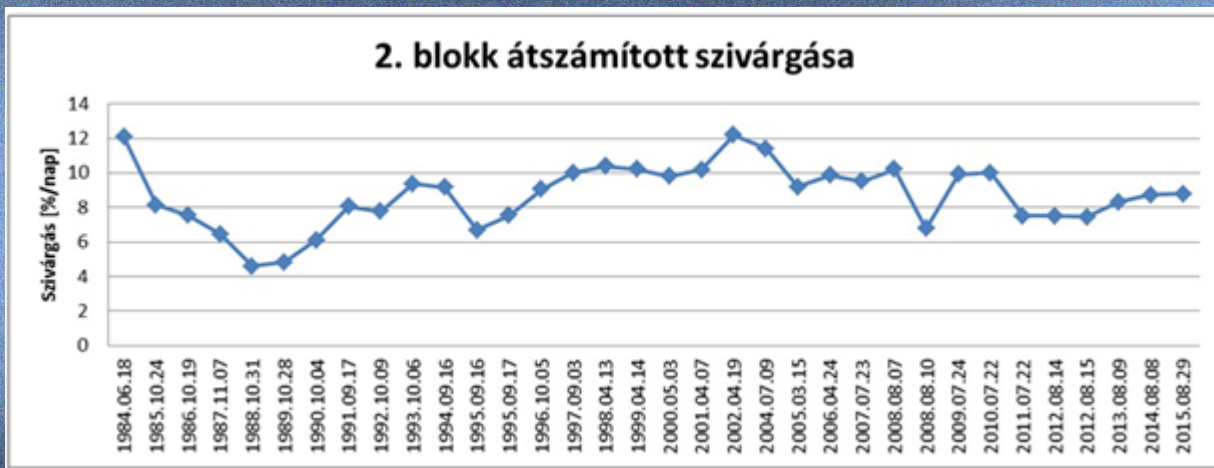
Az abszolút mérési hibakorlát értékére (mind a 120 kPa, mind a 170 kPa nyomású méréseknél) 0,35 %/nap a javaslatunk. A 0,35 %/nap mindig az adott mérés, és adatfeldolgozás pontossági követelményeire vonatkozik.

Az extrapolált érték hibakorlátját nem javasoljuk szabályozni, (régi ≤ 2 %/nap) mivel igazolt, hogy már a jelenlegi módszerekkel és etalon görbékkel is az kisebb, mint 2 %, amennyiben az abszolút mérési hibakorlát $\leq 0,35$ %/nap.

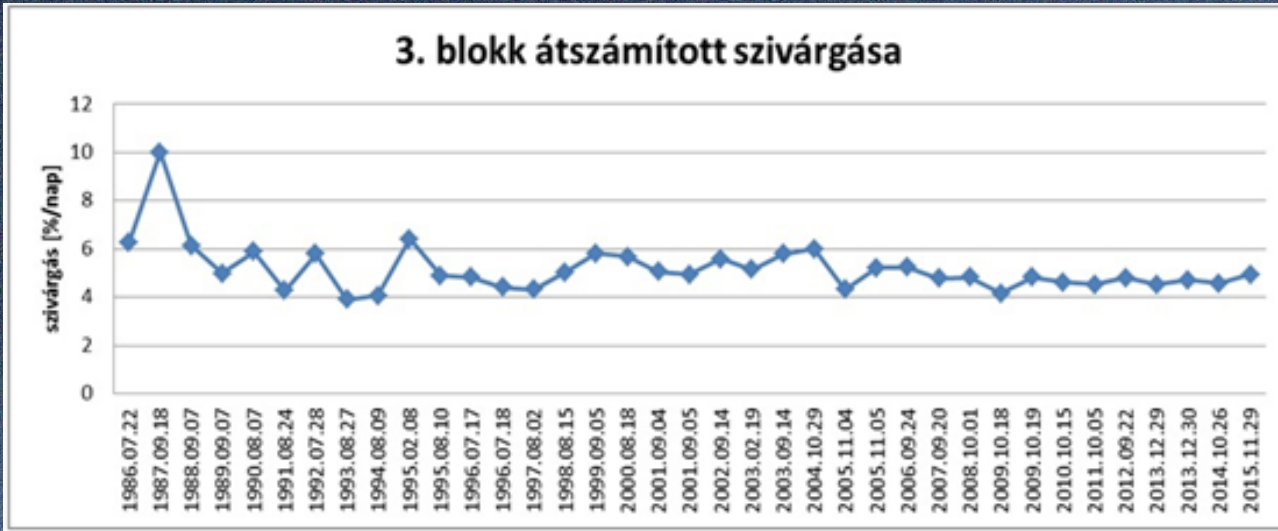
A szivárgási korlát teljesülésének igazolásához a csökkentett nyomáson mért szivárgási érték 250 kPa-ra extrapolált számított értékét, és az adott blokkra meghatározott extrapolált beesült hibakorlátot kell figyelembe venni, $L_{\text{mért, extr.}} \leq 10,0 - \delta L_{(2,5 \text{ bar absz.})}$.

Javaslatunkban a MŰSZ előírást kiegészítjük azzal, hogy a mérési hibahatárt túllépő romló szivárgási értékek nem engedhetők meg.

ITV mérési eredmények Pakson 1.



ITV mérési eredmények Pakson 2.



A TVSZM abszolút mérési hibái Pakson (piros keretben) 1.

2 BLOKK

EV	PLSZM	TVSZM	absz biz	NYOMAS
	[%/nap]			
2002		2,7314	0,2281	120 kPa
	2,7824		0,0592	
2004		2,5527	0,2039	120 kPa
	2,5159		0,0486	
2005		2,057	0,2945	120 kPa
	2,14626		0,0428	
2006		2,2059	0,2198	120 kPa
	2,2444		0,1197	
2007		2,1304	0,2141	120 kPa
	2,2583		0,02	
2008		2,2836	0,2051	120 kPa
	2,1252		0,3251	
		3,9901	0,168	150 kPa
	4,2213		0,2679	
		4,6969	0,2262	170 kPa
	5,1438		0,3473	
		5,3397	0,1975	200 kPa
	5,6471		0,2506	
	6,7879	0,1329	250 kPa	
7,2049		0,3405		

1. BLOKK

ÉV	L-120		absz biz	Nyomás
	PLSZM	TVSZM		
[%/nap]				
2001	4,6985		0,0047	leálláskor 120 [kPa]
		4,6744	0,3089	
2001	2,5136		0,0029	visszaindulási 120 [kPa]
		2,5211	0,2106	
2002		2,4005	0,2113	120 [kPa]
	2,4003		0,0496	
2003		2,4547	0,211	120 [kPa]
	2,3064		0,0678	
		5,1898	0,1544	
2003			0,1471	170 [kPa]
	5,1982			
2004		2,4778	0,216	120 [kPa]
	2,6871		0,054904	
2005		2,2727	0,2239	120 [kPa]
	2,3787		0,04948	
2006		2,02947	0,2695	120 [kPa]
	2,3045		0,069	
2007		2,1304	0,2141	120 [kPa]
	2,2458		0,230347	
		6,9211	0,1818	
2007			0,242744	170 [kPa]
	7,3035			
2008		3,5409	0,229513	120 [kPa]
	3,4794		0,2996	

A TVSZM abszolút mérési hibái Pakson (piros keretben) 2.

4 BLOKK				
EV	PLSZM	TVSZM	absz biz	NYOMAS
	[%/nap]			
2002	2,1528		0,0441	120 [kPa]
		2,0406	0,2055	
	3,8866		0,0795	170 [kPa]
		3,9023	0,3039	
2003	2,0282		0,0446	120 [kPa]
		1,9464	0,2155	
2004		1,9978	0,2098	120 [kPa]
	1,993		0,0434	
2005		2,0568	0,2115	120 [kPa]
	1,9813		0,0433	
2006		2,0491	0,2099	120 [kPa]
	2,0969		0,1793	
		3,9896	0,3184	170 [kPa]
	4,2239		0,1426	
2007		2,0716	0,2267	120 [kPa]
	2,2845		0,075	
2008		2,3212	0,2148	120 [kPa]
	2,4501		0,0831	

3 BLOKK				
EV	L-120			NYOMAS
	PLSZM	TVSZM	absz biz	
[%/nap]				
2000	2,3		0,2164	120 kPa
		2,2972	0,2715	
2001	1,9375		0,007	120 kPa
		2,0454	0,2109	
	4,0205		0,0047	170 kPa
		3,9856	0,3158	
2002		2,255	0,2139	120 kPa
	2,0403		0,0421	
2003		2,336	0,206	120 kPa
	2,31		0,0492	
2004		2,4177	0,2042	120 kPa
	2,4573		0,051	
2005		1,7444	0,2079	120 kPa
	1,89984		0,041	
		4,1951	0,3231	170 kPa
	4,2458		0,0872	
2006		2,1149	0,2103	120 kPa
	2,1149		0,2103	
2007		1,9327	0,2103	120 kPa
	2,0919		0,3243	
2008		1,94646	0,2115	120 kPa
	2,0785		0,0628	

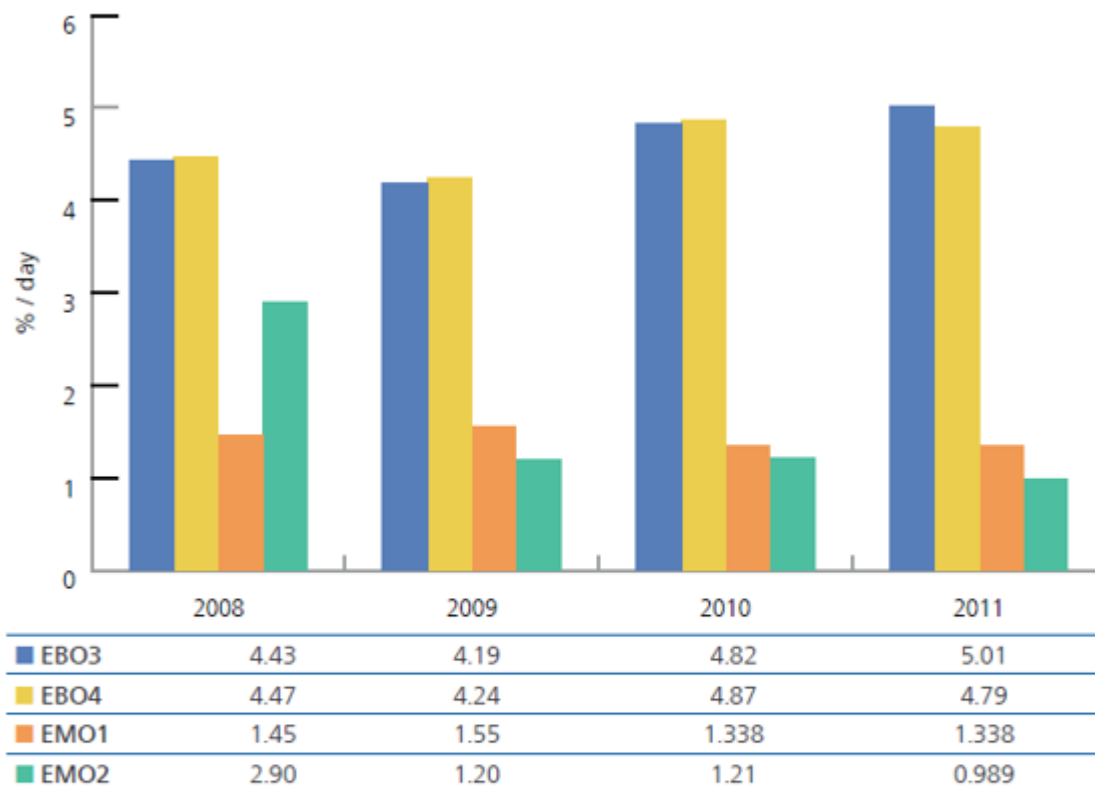
Az extrapolált mérési hibakorlát becsült értékei Pakson (piros keretben)

INTEGRALIS TÖMÖRSEGVIZSGALATOK A PAKSI ATOMEROMUBEN AZ EXTRAPOLÁLT ÉS A MÉRT SZIVÁRGÁSI ÉRTÉKEK KÜLÖNBSÉGE AZ EXTRAPOLÁLT MÉRÉSI HIBAKORLAT BECSÜLT ÉRTÉKE				
	JEL	$\Delta L = \text{ABS}[L_{\text{látsz.}} - L_{\text{mért(max.)}}]$ LHE-vel %/d	LH-val %/d	$\delta L (P=1.5\text{bar})$ LHE-vel %/d
1. BLOKK	*	1,935	1,504	0,92
	**	1,442	1,097	0,72
	***	0,966	0,701	1,49
	Átlag=	1,448	1,101	1,04
2. BLOKK	*	0,332	0,533	0,47
	**	0,318	0,248	0,35
	***	0,304	0,027	0,76
	Átlag=	0,318	0,269	0,53
3. BLOKK	*	1,530	2,028	0,77
	**	1,231	1,539	0,58
	***	0,943	1,079	1,26
	Átlag=	1,235	1,549	0,87
4. BLOKK	*	1,339	1,555	0,40
	**	0,664	0,922	0,25
	***	0,123	0,185	0,74
	Átlag=	0,708	0,887	0,46
	Maximum=	1,935	2,028	1,49
	Minimum=	0,123	0,027	0,25
	Összes átlag=	0,927	0,952	0,72
	Standard szórás=	0,57	0,61	0,34
	(1) Konfidencia sugár=	0,36	0,39	0,22
<p>* - 0,2 bar (1. Blokknál 0,3 bar) névleges értékről (4-1) és (4-2) kifejezéssel extrapolálva</p> <p>** - 0,7 bar névleges értékről (4-1) és (4-2) kifejezéssel extrapolálva</p> <p>***- a kettősviszony állandósága alapján, mindkét mért nyomásszint figyelembevételével (4-4) és (4-5) kifejezéssel extrapolálva</p> <p>(1) - valószínűségi szint 5%; szabadságfok: 11; Student t faktor: $t_p=2,2$</p>				

4-3. táblázat – Az 1,5 bar-os mérési eredmények és az extrapolált értékek különbségeinek összehasonlító értékelése a TITV-ok alapján

LH - blokkonkénti etalon szivárgási görbe
LHE - Egységes szivárgási etalon görbe

Szlovák erőművek mért konténment szivárgásai, és érvényben lévő szivárgási korlátjai



The containment tightness is prescribed by the limits and conditions.

For EBO V2, for the both units, the size of containment leakage is specified, which must not exceed the value

13% / 24 hours.

For EMO, the value is set as 5% / 24 hours.

Dóziskorlátok teljesülése a tervezési üzemzavarok esetében, 14,7 %/nap konténment szivárgásnál

- A következő lap táblázata szerint legnagyobb integrált szivárgási érték – 2006 kg – a Ø277-es töréssel induló tranziensnél adódik, de nem sokkal maradnak el ettől a Ø73-as kicsőtöréses esetekben kapott értékek sem, a legkisebb – egy napos időtávon integrált – szivárgás pedig a Ø492-es hidegági törésnél lép fel. Ennek oka, hogy kisebb töréseknél hosszabb a konténment túlnyomásos állapotának ideje.
- A rá következő oldalon bemutatott táblázatokból látható, hogy egyetlen esetben sem éri el a dózis érték a 487/2015 Kormányrendeletben, illetve az NBSZ 3.2.4.0100 pontjában meghatározott 5 mSv/esemény értéket, és még kevésbé a korai védőintézkedésre vonatkozó – a 16/2000. EöM rendelet szerint elkerülhető dózisban meghatározott – értékeket (elzárkózásra 10 mSv/2 nap, kimenekítésre 50 mSv/hét).

Tervezési üzemzavarok felülvizsgált konténment kibocsátásai

5.5.12. táblázat: Az aktivitás-kikerülés szempontjából vizsgált üzemzavari esetek

Sorszám	Az üzemzavar megnevezése
Konténmenten keresztüli kibocsátás	
1	NÁ 73 mm-es 1 sz. víztisztító vezeték törése az 5. hurokban 108% teljesítményen, teljes feszültségkiesés feltételezésével
2	NÁ 90 mm-es összekötő vezeték törése a TK és a biztonsági szelep között 108% teljesítményen, teljes feszültségkiesés feltételezésével
3	NÁ 90 mm-es TK befecskenedező vezeték törése 108% teljesítményen, teljes feszültségkiesés feltételezésével
	NÁ 111 mm-es NNY ZÜHR vezeték törése az 5. hurokban 108% teljesítményen, teljes feszültségkiesés feltételezésével
	NÁ 233 mm-es KNY ZÜHR vezeték törése a 4. hurokban 108% teljesítményen, teljes feszültségkiesés feltételezésével
	NÁ277 jelű töréses üzemzavar
	NÁ 492 mm hidegági vezeték törése a 4. hurokban 108% teljesítményen, teljes feszültségkiesés feltételezésével és maximális ZÜHR konfiguráció alkalmazásával
	NÁ 492 mm hidegági vezeték törése a 4. hurokban 108% teljesítményen, teljes feszültségkiesés feltételezésével. A TN és UH szellőző rendszerek hermetizáló szerelvényei 5 s késleltetéssel zárnak
	NÁ 492 mm melegági vezeték törése a 4. hurokban 108% teljesítményen, 2 sprinkler rendszer működésével
	Szabályzó köteg szándékolatlan kihúzását követő ATWS

A törés	Max. tömegáram és időpontja		Integrált tömeg* kg	Depresszió időtartama	
	kg/s	s		[tól-ig] s	összesen s
Ø73 a2 aleset	0,0843	734	1812	43040-90930	47890
Ø73 b1 aleset	0,0774	945	1984	--	--
Ø90 TK-bsz	0,0849	1430	1778	--	--
Ø90 TK-bef	0,0916	452	1188	32060-46800	14740
Ø111	0,0995	322	828	17100-19000, 23000-64000	42900
Ø233	0,123	181	426	10800-79200	68400
Ø277	0,112	261	2006	57400-	29000
Ø492 a1 aleset	0,153	7	6,15	--	--
Ø492 melegág	0,136	11,1	24,7	600-	85800
Ø492 TNUH5	0,153	7,1	53	128-	86272
Ø492 TNUH20	0,153	7	219	128-	86272
Ø492 a2 aleset	0,153	7	9,7	128-	86272

* Az integrálás időtartománya 0-86400 s, kivéve az NÁ 492 melegági tranzienszt, ahol 0-47 s

5.5.2.4.3. Dózisok a biztonsági övezeten belül

A környezeti dózisszámítások a COSYMA kód segítségével történtek (a metodika részletesebb leírását a 8. fejezet tartalmazza). A korai dózisoknál mind az átlagos, mind a szélsőséges időjárási viszonyok figyelembe veendőek, míg a késői dózisoknál az időszak hosszúsága miatt csak az átlagos időjárási viszonyokat kell figyelembe venni. A számítások elkészültek mind az erőműtől 1 km-re fekvő receptor-pontra (Csámpa), mind a 3 km-es biztonsági övezet határán felvett receptor-pontra. Az eredmények az 5.5.15. és 5.5.16. táblázatokban találhatóak. A korai (7 napos tartózkodást feltételező) átlagértékek mellett zárójelben feltüntettük a csóvatengelyben számolt maximális effektív dózisértékeket is. A késői lekötött effektív dózisok 50 évre számolt átlagértékek.

5.5.15. táblázat: Dózisbecslések az erőműtől 1 km-re

(minden adat effektív dózisban és μSv -ben)

Üzemzavari eset	Korai effektív dózis				Késői lekötött effektív dózis	
	Átlag (maximum)				Átlag	
	Száraz idő		Esős idő		Száraz idő	Esős idő
1	0,18	(3,5)	0,66	(13)	9,1	130
2	0,064	(1,2)	0,23	(4,4)	3,1	16
3	0,29	(5,5)	1,07	(26)	11	230
4	0,033	(63)	0,18	(2,2)	1,6	24
5	0,14	(2,7)	0,041	(0,76)	28	1,9
6	0,13	(2,5)	0,47	(8,9)	6,3	94
7	0,13	(2,8)	0,87	(16)	11	170
8	0,72	(13)	2,5	(47)	31	470
9	0,89	(17)	3,1	(60)	42	620
10	0,0001	(0,002)	0,00037	(0,007)	0,0049	0,072

5.5.16. táblázat: Dózisbecslések az erőműtől 3 km-re

(minden adat effektív dózisban és μSv -ben)

Üzemzavari eset	Korai effektív dózis				Késői lekötött effektív dózis	
	Átlag (maximum)				Átlag	
	Száraz idő		Esős idő		Száraz idő	Esős idő
1	0,093	(2,1)	0,25	(5,6)	4,7	47
2	0,033	(0,74)	0,087	(1,9)	1,6	16
3	0,15	(3,3)	0,40	(9,1)	7,8	77
4	0,016	(0,38)	0,044	(1,0)	0,81	8,0
5	0,020	(0,45)	0,053	(1,2)	0,98	9,9
6	0,067	(1,5)	0,18	(4,0)	3,2	32
7	0,25	(4,6)	0,33	(7,4)	6,0	59
8	0,36	(8,1)	0,94	(21)	16	160
9	0,45	(10)	1,2	(27)	22	210
10	$5,3 \cdot 10^{-5}$	$(1,2 \cdot 10^{-3})$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$(3,1 \cdot 10^{-3})$	0,0025	0,025

Súlyos baleseti állapotok kibocsátásai

A környezeti kibocsátás nagysága oldaláról nézve 3 tényezőnek van jelentősége, amikor összehasonlítjuk a tervezési üzemzavarokkal:

- Konténmentben lévő forrástag, a radioizotópok eloszlása és koncentrációja
- A konténment túlnyomás nagysága és időtartama
- A konténment szivárgása.

A 11. baleseti scenáriót (intakt konténment, sprinkler nem működik) figyelembe véve a kibocsátott jódtól az izotópok összaktivitása legalább 2-2,5 nagyságrenddel nagyobb, míg a kibocsátott cézium izotópok összaktivitása 4-5 nagyságrenddel nagyobb baleseti helyzetben, mint a maximális méretezési üzemzavarnál.

A konténment megengedett szivárgásai csökkentésével jelentősen csökkenthető a baleseti kibocsátás, és javíthatók a balesetkezelési és helyreállítási feltételek

Köszönöm a figyelmet