



**AKFT1.48. sz. útmutató**

# **Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Verzió száma:

**1.**

**2018. december**

Kiadta:

---

Fichtinger Gyula  
az OAH főigazgatója  
Budapest, 2018

A kiadvány beszerezhető:  
Országos Atomenergia Hivatal  
Budapest

## FŐIGAZGATÓI ELŐSZÓ

Az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) az atomenergia békés célú alkalmazása területén működő, önálló feladat- és hatáskörrel rendelkező, országos illetékességű központi államigazgatási szerv. Az OAH-t a Magyar Köztársaság Kormánya 1990-ben alapította.

Az OAH jogszabályban meghatározott közfeladata, hogy az atomenergia alkalmazásában érdekelt szervektől függetlenül ellássa és összehangolja az atomenergia békés célú, biztonságos és védett alkalmazásával, így a nukleáris és radioaktív hulladék-tároló létesítmények, nukleáris és más radioaktív anyagok biztonságával, nukleárisveszélyhelyzet-kezeléssel, nukleáris védettséggel kapcsolatos hatósági feladatokat, valamint az ezekkel összefüggő tájékoztatási tevékenységet, továbbá javaslatot tegyen az atomenergia alkalmazásával kapcsolatos jogszabályok megalkotására, módosítására, és előzetesen véleményezze az atomenergia alkalmazásával összefüggő jogszabályokat.

Az atomenergia alkalmazása hatósági felügyeletének alapvető célkitűzése, hogy az atomenergia békés célú felhasználása semmilyen módon ne okozhasson kárt a személyekben és a környezetben, de a hatóság az indokoltnál nagyobb mértékben ne korlátozza a kockázatokkal járó létesítmények üzemeltetését, illetve tevékenységek folytatását. Az alapvető biztonsági célkitűzés minden létesítményre és tevékenységre, továbbá egy létesítmény vagy sugárforrás élettartamának minden szakaszára érvényes, beleértve létesítmény esetében a tervezést, a telephely-kiválasztást, a létesítést, az üzembe helyezést és az üzemeltetést, valamint a leszerelést, az üzemem kívül helyezést és a bezárást, radioaktív hulladék-tárolók esetén a lezárást követő időszakot, radioaktív anyagok alkalmazása esetén a szóban forgó tevékenységekhez kapcsolódó szállítást és a radioaktív hulladék kezelését, míg ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések esetén azok üzemeltetését és karbantartását.

Az OAH a jogszabályi követelmények teljesítésének módját az atomenergia alkalmazóival egyeztetett módon, világos és egyértelmű ajánlásokat tartalmazó útmutatókban fejti ki, azokat az érintettekhez eljuttatja, és a társadalom minden tagja számára hozzáférhetővé teszi. Az atomenergia alkalmazásához kapcsolódó nukleáris biztonsági, védettségi és non-proliferációs követelmények teljesítésének módjára vonatkozó útmutatókat az OAH főigazgatója adja ki.

Az útmutatók alkalmazása előtt mindig győződjön meg arról, hogy a legújabb, érvényes kiadást használja! Az érvényes útmutatókat az OAH honlapjáról ([www.oah.hu](http://www.oah.hu)) töltheti le.

## ELŐSZÓ

Az atomenergia békés célú, biztonságos alkalmazására vonatkozó legmagasabb szintű szabályozást az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (a továbbiakban: Atv.) tartalmazza.

A nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló rendelkezéseket a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet és mellékletei, a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (a továbbiakban: NBSZ), míg a radioaktív hulladékok átmeneti tárolását vagy végleges elhelyezését biztosító tároló létesítményekről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló rendelkezéseket a 155/2014. (VI. 30.) Korm. rendelet és annak mellékletei, a Biztonsági Szabályzatok (továbbiakban: TBSZ) határozzák meg.

A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések betartása mindazok számára kötelező, akik az Atv. 9. § (2) bekezdése szerinti folyamatos hatósági felügyelet alatt állnak, valamint e törvényben előírt hatósági engedélyhez kötött tevékenységet folytatnak, ilyen tevékenységben közreműködnek, vagy ilyen tevékenység folytatásához engedély iránti kérelmet nyújtanak be. A nukleáris biztonsági követelmények és rendelkezések mellett a követelmények közé tartoznak az egyedi hatósági előírások, feltételek és kötelezettségek, amelyeket az OAH a nukleáris létesítmény nukleáris biztonsága érdekében határozatban állapíthat meg.

Az NBSZ-ben és a TBSZ-ben foglalt követelmények teljesítésére az OAH ajánlásokat fogalmazhat meg, amelyeket útmutatók formájában ad ki. Az útmutatókat az OAH a honlapján közzéteszi. Jelen útmutató az engedélyesek önkéntes alávetésével érvényesül, nem tartalmaz általánosan kötelező érvényű normákat.

A 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 3. § (4) bekezdése, valamint a 155/2014. (VI. 30.) Korm. rendelet 3. § (3) bekezdése alapján, ha a kérelmező az engedély iránti kérelmét az útmutatókban foglaltak szerint terjeszti elő, továbbá, ha az engedélyes a biztonsággal összefüggő tevékenységét az útmutatókban foglaltak szerint végzi, akkor az OAH a választott módszert a biztonság követelményei teljesítésének igazolására alkalmasnak tekinti, és az alkalmazott módszer megfelelőségét nem vizsgálja.

Az útmutatókban foglaltaktól eltérő módszerek alkalmazása esetén az OAH az alkalmazott módszer helyességét, megfelelőségét és teljes körűségét részleteiben vizsgálja, ami hosszabb ügyintézési idővel, külső szakértő igénybevételével és további költségekkel járhat.

Ha az engedélyes által választott módszer eltér az útmutató által ajánlottól, akkor az eltérés indokolása mellett igazolni kell, hogy a választott módszer legalább ugyanazt a biztonsági szintet biztosítja, mint az útmutatóban ajánlott.

Az útmutatók felülvizsgálata az OAH által meghatározott időszakonként, vagy az engedélyesek javaslatára soron kívül történik.

A fenti szabályozást kiegészítik az engedélyesek, illetve más, a nukleáris energia alkalmazásában közreműködő szervezetek (tervezők, gyártók stb.) belső szabályozási dokumentumai, amelyeket az irányítási rendszerükkel összhangban készítenek.

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>0.1. BEVEZETÉS</b>	<b>9</b>
<b>0.1.1. Az útmutató tárgya és célja</b>	<b>9</b>
<b>0.1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások</b>	<b>9</b>
<b>1. AZ INES ÖSSZEFOGLALÁSA</b>	<b>11</b>
<b>1.1. HÁTTÉR</b>	<b>11</b>
<b>1.2. A SKÁLA ÁLTALÁNOS LEÍRÁSA</b>	<b>11</b>
<b>1.3. AZ INES-SKÁLA ALKALMAZÁSI KÖRE</b>	<b>16</b>
<b>1.4. AZ INES-KÖVETELMÉNYEK ALAPELVEI</b>	<b>17</b>
1.4.1. Emberek és környezet	17
1.4.2. Mérnöki gátak és sugárvédelmi korlátok	18
1.4.3. Mélységben tagolt védelem	18
1.4.4. A végső minősítés	20
<b>1.5. A SKÁLA ALKALMAZÁSA</b>	<b>21</b>
<b>1.6. TÁJÉKOZTATÁS ESEMÉNYRŐL</b>	<b>22</b>
1.6.1. Általános alapelvek	22
1.6.2. Nemzetközi kommunikáció	22
<b>1.7. A KÉZIKÖNYV FELÉPÍTÉSE</b>	<b>23</b>
<b>2. EMBEREKRE ÉS KÖRNYEZETRE VONATKOZÓ HATÁS</b>	<b>25</b>
<b>2.1. ÁLTALÁNOS LEÍRÁS</b>	<b>25</b>
<b>2.2. A KÖRNYEZETBE KIKERÜLT AKTIVITÁS</b>	<b>26</b>
2.2.1. A kibocsátások értékelésének módszerei	26
2.2.2. A kibocsátott aktivitáson alapuló szintek meghatározása	28
<b>2.3. SZEMÉLYI DÓZISOK</b>	<b>29</b>
2.3.1. A minősítés kritériumai egy személy sugárterhelése esetén	29
2.3.2. A minősítés kritériumai több személy sugárterhelése esetén	30
2.3.3. Dózisbecslési módszertan	32
2.3.4. Összegzés	32
<b>3. LÉTESÍTMÉNYI MÉRNÖKI GÁTAK ÉS SUGÁRVÉDELMI KORLÁTOK</b>	<b>34</b>
<b>3.1. ÁLTALÁNOS LEÍRÁS</b>	<b>34</b>
<b>3.2. SZINTEK MEGHATÁROZÁSA</b>	<b>35</b>
<b>3.3. RADIOLÓGIAI EGYENÉRTÉK SZÁMÍTÁSA</b>	<b>37</b>

<b>4.</b>	<b>A MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEMRE VONATKOZÓ HATÁS ÉRTÉKELÉSE SZÁLLÍTÁSI ÉS RADIOAKTÍV SUGÁRFORRÁSOKKAL KAPCSOLATOS ESEMÉNYEK SORÁN</b>	<b>39</b>
<b>4.1.</b>	<b>ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSÉNEK ÁLTALÁNOS ALAPELVEI</b>	<b>40</b>
<b>4.2.</b>	<b>ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSÉNEK RÉSZLETES ÚTMUTATÓJA</b>	<b>41</b>
4.2.1.	A legsúlyosabb lehetséges következmények meghatározása	41
4.2.2.	A biztonságot szavatoló megoldások hatékonyságán alapuló minősítés	44
4.2.2.1.	<i>Biztonsági kultúrával kapcsolatos szempontok figyelembevétele</i>	44
4.2.2.2.	<i>Elvesztett vagy talált radioaktív sugárforrásokkal/eszközökkel kapcsolatos események</i>	45
4.2.2.3.	<i>Biztonságot szavatoló megoldások sérülésével kapcsolatos intézkedések</i>	48
4.2.2.4.	<i>Más biztonsági vonatkozású események</i>	51
<b>5.</b>	<b>AZ ESEMÉNY HATÁSA A MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEMRE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ENERGETIKAI REAKTOROKRA</b>	<b>53</b>
<b>5.1.</b>	<b>AZ ALAPMINŐSÍTÉS MEGHATÁROZÁSA A BIZTONSÁGI TARTALÉK HATÉKONYSÁGÁNAK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL</b>	<b>55</b>
5.1.1.	Kiinduló esemény gyakoriságának meghatározása	56
5.1.2.	Biztonsági funkció működőképessége	57
5.1.3.	Esemény valós kiinduló eseménnyel	59
5.1.3.1.	<i>Az alapminősítés megállapítása</i>	59
5.1.4.	Esemény valós kiinduló esemény nélkül	61
5.1.5.	Potenciális események (beleértve a szerkezeti hibákat is)	62
5.1.6.	Skála alatti, azaz INES 0. szintre minősített események	63
<b>5.2.</b>	<b>KIEGÉSZÍTŐ TÉNYEZŐK FIGYELEMBEVÉTELE</b>	<b>63</b>
5.2.1.	A minősítésnél figyelembe vehető súlyosbító tényezők	64
5.2.1.1.	<i>Közös okú meghibásodások</i>	64
5.2.1.2.	<i>Belső-szabályozásbéli nem-megfelelőségek</i>	65
5.2.1.3.	<i>A biztonsági kultúra hiányosságait jelző események</i>	65
5.2.2.	A minősítésnél figyelembe vehető enyhítő körülmények	66
<b>6.</b>	<b>EGYES LÉTESÍTMÉNYEKBE BEKÖVETKEZETT ESEMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE A MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEM SZEMPONTJÁBÓL</b>	<b>67</b>
<b>6.1.</b>	<b>ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSÉNEK ÁLTALÁNOS ELVEI</b>	<b>68</b>
<b>6.2.</b>	<b>AZ ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSÉNEK RÉSZLETES ÚTMUTATÓJA</b>	<b>69</b>
6.2.1.	A legsúlyosabb lehetséges következmények meghatározása	69

6.2.2. Biztonsági gátak számának meghatározása	71
6.2.2.1. Biztonsági gátak azonosítása	71
6.2.2.2. Visszatartás	73
6.2.2.3. Nagy integritású biztonsági gátak	74
6.2.2.4. Rendelkezésre álló idő	74
6.2.3. Az alapminősítés értékelése	75
6.2.3.1. A minősítési folyamat	75
6.2.3.2. Lehetséges események (szerkezeti hibákat is beleértve)	76
6.2.3.3. Skála alatti, azaz INES 0 szintű események	77
6.2.4. Kiegészítő tényezők figyelembevétele	77
6.2.4.1. A minősítésnél figyelembe vehető súlyosbító tényezők	78
6.2.4.1.1. Közös okú meghibásodások	78
6.2.4.1.2. Belső szabályozási hiányosságok	78
6.2.4.1.3. Biztonsági kultúra hiányosságai	78
6.2.4.2. A minősítésnél figyelembe vehető enyhítő körülmények	80
<b>6.3. A BIZTONSÁGIGÁT-MEGKÖZELÍTÉS HASZNÁLATÁNAK ÚTMUTATÓJA</b>	
<b>    EGYES SAJÁTOS ESEMÉNYTÍPUSOKRA</b>	<b>80</b>
6.3.1. A hűtőrendszerek meghibásodásával járó események reaktorleállítás során	80
6.3.2. A pihentetőmedence hűtőrendszereinek meghibásodásával járó események	81
6.3.3. A kritikussággal kapcsolatos események	82
6.3.4. Radioaktív szennyeződés szétterjedése, vagy nem engedélyezett kibocsátása	82
6.3.5. Dozimetriai ellenőrzés	83
6.3.6. Sugárvédelmi okból elzárt helyiségek ajtóinak reteszelése	83
6.3.7. Elszívó-, szűrő- és tisztítórendszerek meghibásodásai	84
6.3.8. Emelési és nehéz teher leesésével összefüggő események	84
6.3.8.1. Üzemanyag-kazettákat nem érintő események	84
6.3.8.2. Üzemanyag kezelésével kapcsolatos események	85
6.3.9. Feszültségbetáplálás elvesztése	85
6.3.10. Tűzesetek, robbanások	86
6.3.11. Külső veszélyforrások	86
6.3.12. A hűtőrendszerek meghibásodása	87
<b>7. MINŐSÍTÉSI ELJÁRÁS</b>	<b>87</b>



<b>8. IRODALOMJEGYZÉK</b>	<b>97</b>
<b>9. FÜGGELÉKEK</b>	<b>98</b>
I. A RADIOLÓGIAI EKVIVALENCIA SZÁMÍTÁSA	98
II. DETERMINISZTIKUS HATÁSOK KÜSZÖBSZINTJEI	103
III. RADIOIZOTÓPOKRA VONATKOZÓ D-ÉRTÉKEK	106
IV. RADIOAKTÍV SUGÁRFORRÁSOK KATEGORIZÁLÁSA GYAKORI ALKALMAZÁSOK ALAPJÁN	110
<b>10. MELLÉKLETEK</b>	<b>111</b>
I. MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEM	111
II. VALÓS ESEMÉNYEK ALAPJÁN KIDOLGOZOTT PÉLDÁK	116
III. AZ ÜZEMELTETÉSI FELTÉTELEK ÉS KORLÁTOK (ÜFK) MEGSÉRTÉSÉVEL JÁRÓ ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSE	181
IV. A PAKSI ATOMERŐMŰ BLOKKJAINAK KIINDULÓ ESEMÉNYEI	182
V. A KIÉGETT KAZETTÁK ÁTMENETI TÁROLÓJÁNAK (KKÁT) KIINDULÓ ESEMÉNYEI	189
VI. A BUDAPESTI KUTATÓREAKTOR KIINDULÓ ESEMÉNYEI	200
VII. A BME NTI OKTATÓREAKTOR KIINDULÓ ESEMÉNYEI	205
VIII. A BIZTONSÁGI RENDSZER (MŰSZAKI GÁT) FUNKCIÓKÉPESSÉGE	206
IX. DEFINÍCIÓK	207
X. ESEMÉNYMINŐSÍTÉSI FORMALAPOK (MAGYAR ÉS ANGOL NYELVŰ)	210

## **0.1. BEVEZETÉS**

### **0.1.1. Az útmutató tárgya és célja**

Az útmutató célja, hogy ajánlásokat adva egyértelművé tegye az NBSZ-szel és TBSZ-szel kapcsolatos hatósági elvárásokat, és ezzel elősegítse az érvényes előírásokban meghatározott nukleáris biztonsági kritériumok teljesülését, az alkalmazott műszaki megoldásoknak megfelelően, a nukleáris biztonság szempontjából.

Jelen útmutató elérhető az OAH honlapján, vagy a hivatalban, annak letöltéséért, átadásáért, terjesztéséért ellenérték nem kérhető.

Jelen útmutató a [20] kiadvány fordításán alapul. A fordítást az OAH készítette. Hiteles változata a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (továbbiakban NAÜ) által angol nyelven kiadott, vagy a NAÜ által felhatalmazott személyek által terjesztett eredeti útmutatónak. A NAÜ semmilyen felelősséget nem vállal jelen fordítás és kiadás helyességéért, minőségéért, hitelességéért, szakmai megfelelőségéért, és semmilyen felelősséget nem vállal bármilyen elveszésért vagy káreseményért, amely közvetve vagy közvetlenül jelen fordítás használatából ered.

Szerzői jogi felhívás: a jelen fordításban megjelenő információk reprodukálására vagy fordítására vonatkozóan engedély írásban megszerezhető a NAÜ-től; Vienna International Centre, P.O.Box 100, 1400 Vienna, Austria.

Jelen kiadás tartalmazza a NAÜ által 2012-ben kiadott javításokat (corrigendum).

Az útmutató számozása az eredeti kiadvány [20] számozását követi.

### **0.1.2. Vonatkozó jogszabályok és előírások**

A nukleáris biztonsági követelmények jogszabályi háttérét az Atv., a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet, valamint a 155/2014. (VI. 30.) Korm. rendelet biztosítja.

## **1. AZ INES ÖSSZEFOGLALÁSA**

### **1.1. Háttér**

A lakosságnak a sugárzás forrásaival kapcsolatos események biztonsági jelentőségéről való azonnali és következetes tájékoztatására szolgál a Nemzetközi Nukleáris és Radiológiai Eseményskála (International Nuclear event Scale = INES). A gyakorlati alkalmazások széles spektrumát foglalja magába, beleértve az olyan ipari felhasználásokat, mint a radiográfia, sugárforrások kórházi alkalmazása, nukleáris létesítményekben végzett tevékenységek, továbbá a radioaktív anyagok szállítása. Az atomenergia alkalmazásaival kapcsolatos eseményeket megfelelő megvilágításba helyezve az INES használata elősegítheti a műszaki közösség, a média és a lakosság közötti megértést.

A skálát a NAÜ és az OECD Nukleáris Energia Ügynöksége (továbbiakban OECD NEA) által közösen összehívott szakértők nemzetközi csoportja dolgozta ki 1989-ben. Eredeti változata a Franciaországban és Japánban alkalmazott hasonló skálák tapasztalatait, valamint más országokban használt minősítések megfontolásait tükrözte. Azóta a skálát a NAÜ égisze alatt fejlesztik, együttműködésben az OECD NEA-val. Az INES kétévenkénti műszaki találkozó keretében a skála fejlesztésében részt vesz több mint 60, az INES-tagállamokat hivatalosan képviselő, kinevezett nemzeti koordinátor.

A skálát kezdetben az atomerőművekben bekövetkező események minősítésére alkalmazták, majd kiterjesztették és átdolgozták annak érdekében, hogy alkalmazható legyen minden, az atomenergia békés célú felhasználása során bekövetkezett esemény jelentőségének megítélésére. A közelmúltban tovább bővítették az INES-skála szerint minősíthető események körét, valamint módosították a minősítési szempontokat annak érdekében, hogy az INES-skálát alkalmazni lehessen a radioaktív anyagok és radioaktív források szállítása, tárolása és alkalmazása során bekövetkező események minősítéséhez. Jelen kézikönyv egy dokumentumban foglalja össze az atomenergia alkalmazása során bekövetkező események INES-minősítésére vonatkozó útmutatásokat.

### **1.2. A skála általános leírása**

Az eseményeket hét szinten minősítik a skálán: az INES 4-7 szinteket baleseteknek, míg az INES 1-3 szinteket üzemzavaroknak nevezik. Azokat az eseményeket, amelyeknek nincs biztonsági jelentősége, skálán kívüli vagy skála alatti, azaz INES 0 szintre minősítik. A sugárbiztonsági vagy nukleáris biztonsági szempontból nem releváns események nem minősíthetők a skála

segítségével (lásd. 1.3. fejezet). Ahhoz, hogy az egyes eseményekről közérthető módon lehessen a lakosságot tájékoztatni, a minősítés egyértelműen megkülönböztethető kifejezéseket rendel az INES-skála egyes szintjeihez. Növekvő súlyosság szerint ezek: „rendellenesség”, „üzemzavar”, „súlyos üzemzavar”, „helyi következményekkel járó baleset”, „kiterjedtebb következményekkel járó baleset”<sup>1</sup>, „súlyos baleset” és „nagyon súlyos baleset”.

Az INES-skála kialakításakor az volt a cél, hogy egy adott szintű esemény súlyosságánál közel egy nagyságrenddel legyen jelentősebb a skála eggyel magasabb szintjére minősített esemény súlyossága (azaz a skála logaritmikus). Az 1986-ban, a csernobili atomerőműben bekövetkezett baleset INES 7-es szintű esemény az INES-skálán. A balesetnek kiterjedt egészségügyi és környezeti hatásai voltak. Az INES minősítési kritériumok kialakításakor az egyik legfontosabb megfontolás az volt, hogy a kevésbé súlyos és kevésbé kiterjedt hatásokkal járó eseményeket világosan meg lehessen különböztetni ettől a nagyon súlyos balesettől. Így az 1979-ben, a Three Mile Island atomerőműben bekövetkezett balesetet INES 5-ös szintre minősítették az INES-skálán, míg pl. egy ember besugárzás miatti elhalálásával járó eseményt INES 4-es szintre kell minősíteni.

Az INES-skála felépítését az **1. táblázat** mutatja. Az események hatását három különböző szempontból vizsgálják. Az emberekre és a környezetre, a létesítmény mérnöki gátjaira és a sugárvédelmi korlátokra, valamint a mélységben tagolt védelemre gyakorolt hatás alapján. A különböző szintek meghatározásai jelen kézikönyv 2.2., 2.3., 3.2., 4.2., 5.1. és 6.2. fejezeteiben találhatóak.

Az emberekre és a környezetre gyakorolt hatás vagy helyi következményekkel jár (pl. az esemény helyszínéhez közel tartózkodó egy, vagy néhány embert érő radioaktív sugárzás), vagy kiterjedt következményekkel (pl. radioaktív anyagok kibocsátása egy létesítményből).

A létesítmény mérnöki gátjaira és a sugárvédelmi korlátokra vonatkozó hatás csak olyan létesítmények esetén releváns, melyek jelentős mennyiségű radioaktív anyagot kezelnek; ilyenek az energetikai reaktorok, reprocesszáló létesítmények, nagy kutatóreaktorok vagy nagy aktivitású sugárforrásokat tömegesen gyártó létesítmények. Ebből a szempontból azokat az eseményeket kell részletesen vizsgálni, amelyek jelentős mennyiségű radioaktív anyag kikerülésével járnak a reaktor aktív zónájának megolvadása és a mérnöki gátak meghibásodása esetén, így fenyegetve az emberek és a környezet biztonságát. Ezen két szempont (emberek és környezet, valamint

---

<sup>1</sup> Egy létesítményi kibocsátás például nagy valószínűséggel óvintézkedést tesz szükségessé, míg egy elhagyott nagy aktivitású sugárforrás számos halálesetet eredményezhet.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

a létesítmény mérnöki gátjai és a sugárvédelmi korlátok) alapján minősített eseményeket jelen kézikönyv valós következményekkel járó eseményekként kezeli.

A mélységben tagolt védelemre gyakorolt hatás szempontjából azokat az eseményeket minősítik az INES-skála alapján, amelyek bekövetkezésekor az esemény megelőzését vagy kezelését célzó, megvalósuló működések, intézkedések nem a tervezettnek megfelelőek.

Az INES 1-es szint a mélységben tagolt védelem olyan rendellenességeit jelzi, amelyek meghaladják a normál üzemállapotot. Az INES 2 és INES 3 szint a mélységben tagolt védelem jelentősebb mértékű sérülését, vagy az emberekre vagy létesítményekre vonatkozó tényleges hatások alacsonyabb szintjét fedi le. Az INES 4-7 minősítésű események azok, amelyek az emberekre, a környezetre vagy létesítményekre tényleges következményekkel, súlyosabb hatással járnak.

## Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén

## 1. TÁBLÁZAT: ESEMÉNYEK INES MINŐSÍTÉSÉNEK ÁLTALÁNOS KRITÉRIUMAI

Leírás és INES-szint	Emberek és környezet	Létesítményi mérnöki gátak és sugárvédelmi korlátok	Mélységben tagolt védelem
<b>Nagyon súlyos baleset INES 7</b>	Radioaktív anyag kiterjedt egészségügyi és környezeti hatásokkal járó jelentős kibocsátása, amely szükségessé teszi tervezett és kiterjedt óvintézkedések bevezetését.		
<b>Súlyos baleset INES 6</b>	Radioaktív anyag jelentős kibocsátása, ami valószínűleg szükségessé teszi a tervezett óvintézkedések bevezetését.		
<b>Kiterjedtebb következményekkel járó baleset INES 5</b>	Radioaktív anyag korlátozott kibocsátása, ami valószínűleg szükségessé teszi egyes tervezett óvintézkedések bevezetését.  Számos sugárzás miatti haláleset.	Reaktorzóna súlyos sérülése. Nagy mennyiségű radioaktív anyag kibocsátása a létesítményen belül, amely a lakosság (egy vagy több tagjának) besugárzásával járhat. Ilyen esemény következhet be jelentős kritikussági baleset vagy tűz esetén.	
<b>Helyi következményekkel járó baleset INES 4</b>	Radioaktív anyag kismértékű kibocsátása, ami valószínűleg nem teszi szükségessé a helyi élelmiszerkorlátozásokon túli óvintézkedések bevezetését. Legalább egy haláleset a sugárzás miatt.	A zónaleltár több mint 0,1%-ának kibocsátásával járó üzemanyag-olvadás vagy üzemanyag-sérülés. Jelentősebb mennyiségű radioaktív anyag kibocsátása a létesítményen belül, amely a lakosság (egy vagy több tagjának) besugárzásával járhat.	
<b>Súlyos üzemzavar INES 3</b>	A munkavállalókra vonatkozó hatósági éves dóziskorlát túlszerezését meghaladó besugárzás.	1 Sv/h-nál nagyobb dózisteljesítmény üzemi területen belül.	Majdnem-baleset egy atomerőműben, a biztonsági szint jelentősen lecsökkent.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

	A sugárzás nem halálos determinisztikus egészségügyi hatást (pl. égések) válthat ki.	Olyan terület jelentős mértékű elszennyeződése, amellyel a tervezés során nem számoltak, és amely kis valószínűséggel okozza a lakosság többlet sugárterhelését.	Elveszett vagy ellopott nagy aktivitású zárt sugárforrás. Nagy aktivitású zárt sugárforrás téves helyre szállítása, ahol nincs megfelelő belső sugárvédelmi szabályozás a sugárforrás kezelésére.
<b>Üzemzavar INES 2</b>	A lakosság egy tagjának 10 mSv feletti besugárzása.  Egy munkavállaló besugárzása a hatósági éves dóziskorlátok felett.	Egy üzemi területen a sugárzási szint több mint 50 mSv/h. Olyan létesítményen belüli terület jelentős szennyeződése, amellyel a tervezés során nem számoltak.	A biztonsági szintek jelentős sérülése tényleges következmények nélkül. Nagy aktivitású, zárt, gazdátlan sugárforrás vagy eszköz megtalálása; a biztonságot szavatoló megoldások sértetlenek. Nagy aktivitású, zárt sugárforrás nem megfelelő csomagolása.
<b>Rendellenesség INES 1</b>			A lakosság egy tagjának a hatósági dóziskorlátok feletti besugárzása. Biztonsági rendszerelemek kisebb meghibásodása, de a mélységben tagolt védelem nagyrészt sértetlen. Alacsony aktivitású, elveszett vagy ellopott sugárforrás, vagy eszköz.
<b>Nincs biztonsági jelentősége (Skála alatti/INES 0)</b>			

Az INES-skála értékei az alkalmazások széles spektrumának jelentőségét képesek jellemezni, de vannak olyan tevékenységek, amelyek esetén nem történhet olyan esemény, amelynek következményei az INES-skála magasabb szintjeinek elérését hihetővé tennék. Például az ipari radiográfiában használt sugárforrások szállításával kapcsolatos események még abban az esetben sem érhetik el az INES 4-es szintet, ha a forrást helytelenül használják és kezelik.

### **1.3. Az INES-skála alkalmazási köre**

Az INES-skála a radioaktív anyagok és radioaktív sugárforrások szállításával, tárolásával és alkalmazásával kapcsolatos bármilyen eseményre alkalmazható, függetlenül attól, hogy az esemény egy létesítményben következik-e be vagy nem. Tartalmazza a radioaktív sugárforrások vagy küldeménydarabok elvesztését vagy ellopását, valamint a gazdátlan (pl. szándékolatlanul a vashulladék közé kerülő) radioaktív sugárforrások felfedezését. Az INES-skála alkalmazható az emberek más – engedélyezett alkalmazások során (például ásványfeldolgozás) bekövetkezett – nem tervezett besugárzásával járó eseményekre is.

Az INES-skála alkalmazását csak az atomenergia polgári (nem katonai) alkalmazásainak, kizárólag biztonsági szempontú megítélésére tervezték. Az INES-skála nem alkalmas nukleáris védettséggel összefüggő események vagy emberek besugárzásával járó szándékos (rossz szándékú) események minősítésére.

Amennyiben egy eszközt orvosi célra használnak (például sugárdiagnózisra vagy sugárterápiára), akkor a jelen kézikönyv útmutatása alkalmas a munkavállalók és a lakosság tényleges besugárzásával és az eszköz meghibásodásával járó, valamint a biztonságot szavatoló különböző megoldások hiányosságaival kapcsolatos események minősítésére. Az INES-skála jelenleg nem fedi le egy orvosi besugárzás kapcsán a betegen jelentkező, kifejezetten a besugárzásból eredő lehetséges vagy tényleges következményeket.

Az INES-skála nem alkalmazható a nukleáris vagy radiológiai létesítmények minden eseményére. Az INES-skála nem vonatkozik tisztán az ipari biztonsággal összefüggő eseményekre, vagy olyan más eseményekre, amelyeknek nincs sugár biztonsági vagy nukleáris biztonsági vonzata. Egy nukleáris létesítményben bekövetkező, de csak vegyi veszéllyel járó esemény (mint például nem radioaktív gáz kibocsátása), vagy egy dolgozó sérülését, esetleg halálát okozó zuhanás vagy áramütés nem minősíthető az INES-skála alkalmazásával. Hasonlóan, a turbina vagy a generátor rendelkezésre állását



befolyásoló események, amennyiben nincsenek hatással az üzemelő reaktorra, nem minősíthetők az INES-skála szerint. Akárcsak azon tüzesetek sem, melyek nem járnak semmilyen radiológiai kockázattal, és nem érintenek egyetlen sugárbiztonság vagy nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszert vagy rendszerelemet sem.

## 1.4. Az INES-követelmények alapelvei

Az egyes eseményeket az 1.2. fejezetben leírt szempontok alapján kell megítélni: emberek és környezet, létesítményi mérnöki gátak és sugárvédelmi korlátok, mélységben tagolt védelem. Az esemény minősítési szintjét a három szempont szerinti értékelés után kapott legmagasabb szint határozza meg. A következő alfejezetek röviden leírják az egyes értékelési területeken jelentkező hatások értékelésével kapcsolatos alapelveket.

### 1.4.1. Emberek és környezet

Azok az események, amelyek az emberekre nézve valós (egészségügyi) következményekkel járhatnak, a legegyszerűbben az elszenvedett dózis alapján minősíthetők. Azonban csupán ennek a megközelítésnek az alkalmazása pl. egy súlyos baleset esetén nem tükrözné vissza sem a baleset környezeti hatásait, sem a létesítményben végbement folyamatokat. Emiatt az INES 4-7 szintre minősített balesetekre vonatkozóan a kritériumok a kibocsátott radioaktív anyag mennyiségén és nem a személyzet, illetve a lakosság tagjainak elszenvedett dózisán alapulnak. Ez a kritérium azonban csak az atomenergia olyan alkalmazásai esetén használható, amikor egy esemény során a környezetbe jelentős mennyiségű radioaktív anyag kikerülése lehetséges.

A kézikönyv a radiológia egyenérték-konceptióját alkalmazza azokban az esetekben, amikor egy esemény során az izotópok széles skálája jelenhet meg a kibocsátásban. A kikerült mennyiséget  $^{131}\text{I}$  TBq-ben határozza meg, továbbá konverziós tényezőket ad meg más izotópok – ugyanazt az effektív dózist okozó – egyenérték-szintjének meghatározásához.

Az emberekre és a környezetre vonatkozó hatás szempontjából alacsonyabb szintű események esetén a minősítés a kapott dózisokon és a besugárzott emberek számán alapul.

(A kibocsátásokra vonatkozó kritériumok a kézikönyv korábbi változatában mint „Telephelyen kívüli” kritériumok szerepeltek.)

#### 1.4.2. Mérnöki gátak és sugárvédelmi korlátok

A jelentős mennyiségű radioaktív anyagot kezelő létesítményekben (ilyenek például az energetikai reaktorok, kutatóreaktorok vagy nagy aktivitású sugárforrások gyártó létesítmények), ahol fennáll - még ha valószínűtlen is - a nagy radioaktív kibocsátás lehetősége, és ahol a telephely határa az engedélyezés során világosan meghatározásra került, bekövetkezhet olyan esemény, ami a biztonsági gátak jelentős sérülésével jár, de ugyanakkor nincsenek jelentős következményei az emberek és a környezet szempontjából (pl. a reaktor zónájának olvadása, ha a radioaktív anyagok a konténmenten belül maradnak.). Az is lehetséges, hogy olyan esemény következik be egy ilyen létesítményen belül, amely során egy terület radioaktív anyaggal jelentősen elszennyeződik, vagy megnő a sugárzás, de számottevő mélységben tagolt védelem áll továbbra is rendelkezésre, amely megakadályozhatja az emberek és a környezet szempontjából jelentős következményeket. Egyik esetben sincsenek jelentős következmények a telephely határán kívül az egyének számára, de az első esetben az ilyen következmények valószínűsége megnövekedett, míg a második eset a sugárvédelmi korlátok jelentős túllépését mutatja. Fontos, hogy az ilyen események INES-minősítése helyesen vegye figyelembe ezeket a tényezőket.

Ezen tényezőkre vonatkozó kritériumokat csak nagy mennyiségű nukleáris vagy radioaktív anyagot kezelő, engedéllyel rendelkező létesítményekben lehet alkalmazni. (Ezek a kritériumok a munkavállalók dózisaival kapcsolatos kritériumokkal együtt mint „Telephelyi hatások” szerepeltek a kézikönyv korábbi változatában.) A radioaktív anyagok szállításával kapcsolatos eseményekre vonatkozóan csak az emberek és a környezet, valamint a mélységben tagolt védelem szerinti kritériumok vehetők figyelembe.

#### 1.4.3. Mélységben tagolt védelem

Az INES-skála célja, hogy alkalmazható legyen minden radiológiai és nukleáris biztonsággal vagy sugárbiztonsággal összefüggő esemény minősítésére. Ezek többsége berendezések vagy belső szabályozások hibás alkalmazásával kapcsolatos. Bár sok ilyen esemény nem jár tényleges következményekkel, de látható, hogy az események közül némelyek komolyabb biztonsági jelentőséggel bírnak, mint mások. Amennyiben az ilyen típusú eseményeket csak a tényleges következmények alapján minősítik, akkor minden ilyen esemény csak mint INES 0 szintű esemény lenne minősíthető, és az INES-skála nem képviselne valós értéket. Emiatt már az INES-skála kidolgozásának kezdetén is egyetértettek abban, hogy az INES-skála ne csak az események tényleges következményeit, hanem a lehetséges következményeket is vegye figyelembe.

Kidolgozták a kritériumok egy olyan csoportját, amely a mélységben tagolt védelem sérüléseként vált ismertté. Ezek a kritériumok figyelembe veszik, hogy minden alkalmazás, beleértve a radioaktív anyagok és radioaktív sugárforrások szállítását, tárolását és használatát, számos biztonsági funkció meglétét követeli meg. Ezen funkciók száma és megbízhatósága függ a tervezési alapjuktól és a veszély nagyságától. Bekövetkezhetnek olyan események, amelyek ezen biztonsági funkciók némelyikének hatékonyságcsökkenését okozzák, ugyanakkor a többi, továbbra is hatékony funkció megakadályozza a radiológiai következményeket. Annak érdekében, hogy tájékoztatást lehessen adni a lakosságnak az ilyen események jelentőségéről, a radioaktív anyagok mennyiségével és a fennmaradó biztonsági funkció hatékonyságával összefüggő kritériumokat határoztak meg.

Mivel az ilyen események radiológiai következmény nélküliek, azaz csak a baleset bekövetkezési kockázatának növekedésével járnak, ezért ezek legmagasabb INES-skála szerinti minősítési szintje az INES 3 szint (súlyos üzemzavar). Mindamelllett ez a maximális szint csak olyan alkalmazásokra vonatkozik, amelyek esetében fennáll annak a lehetősége, hogy az összes biztonsági funkció hatékonyságát veszíti és ennek következtében súlyos (INES 5-ös, 6-os vagy 7-es szintű) baleset következik be. A lényegesen alacsonyabb veszélyt képviselő (például kis orvosi vagy ipari sugárforrások szállítása) alkalmazásokkal kapcsolatos eseményeknek a mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb minősítési szintje ennek megfelelően alacsonyabb. Az utolsó, a mélységben tagolt védelem alatt kezelt kérdéskört a jelen dokumentum 5.2. és 6.2.4. fejezeteiben bemutatott kiegészítő tényezők jelentik. A kiegészítő tényezők lefedik a közös okú meghibásodásokat, a belső szabályozási hiányosságokat és a biztonsági kultúra hiányosságait. A kiegészítő tényezőkre vonatkozó kritériumok alapján, a tényleges berendezés- vagy adminisztrációs hibák figyelembevételével meghatározott minősítési szint egy szinttel emelhető. *(A sugárforrásokkal és a radioaktív anyagok szállításával kapcsolatos események esetén a kiegészítő tényezők már részét képezik a táblázatnak, vagyis a minősítési szint emelése nem lehetséges, mert az így a kiegészítő tényezők dupla figyelembevételét jelentené.)*

Jelen kézikönyv a fenti alapelvek alapján meghatározott részletes minősítési kritériumokat tartalmazza. Három esemény-specifikus, de következetes megközelítést alkalmaz: egyet a radioaktív anyagok szállítása során bekövetkező és sugárforrásokkal kapcsolatos események, egy másikat az üzemelő energetikai reaktorokban bekövetkező események, valamint egy harmadikat a további létesítményekben (beleértve a lehűtött, szubkritikus állapotban lévő reaktorokban, kutatóreaktorokban és a leszerelés alatt álló

nukleáris létesítményekben) bekövetkező események INES-skála szerinti minősítésére. Emiatt a mélységben tagolt védelem három külön, a fenti megközelítéseket leíró fejezetre tagozódik. Egy-egy esemény INES-skála szerinti minősítését minden esetben a többi kritériumgyűjtemény (2., 3., és 4. fejezet) alapján is el kell végezni.

A radioaktív anyagok szállításával és a sugárforrásokkal összefüggő események minősítési kritériumait olyan táblázatok tartalmazzák (4.2.2. fejezet **6.**, **7.**, és **8. táblázatai**), amelyek együtt kezelik a mélységben tagolt védelem égíse alatt a radioaktív anyagok mennyiségét, a fennmaradó biztonságot szavatoló megoldások hatékonyságát és a kiegészítő tényezőket.

Az üzemelő energetikai reaktorokra vonatkozó kritériumok két táblázatban (5.1.3. fejezet **9. táblázata** és az 5.1.4. fejezet **10. táblázata**) adják meg az alapminősítési szempontokat, továbbá lehetővé teszik kiegészítő tényezők figyelembevételét a minősítés egy szinttel történő emeléséhez. A táblázatok szerinti alapminősítés függ attól, hogy a biztonsági rendszerek működésbe léptek-e, függ a biztonsági funkciók leromlásának mértékétől és függ egy olyan esemény bekövetkezésének valószínűségétől is, amely veszélyeztetheti ezen biztonsági funkciók teljes rendelkezésre állását és a berendezések működőképességét.

A lehűtött, szubkritikus állapotban lévő reaktorokban, a kutatóreaktorokban és más létesítményekben bekövetkező eseményekre vonatkozó kritériumok alapminősítését egy táblázatban adják meg (6.2.3. fejezet **11. táblázata**) az összes biztonsági berendezés meghibásodása esetén fellépő legsúlyosabb lehetséges következmények és a továbbra is üzemképes biztonsági berendezések függvényében. Ez utóbbit úgy veszik figyelembe, hogy a biztonsági berendezéseket független biztonsági gáttá csoportosítják és megszámlálják ezen független biztonsági gátakat. Ezt követően a kiegészítő tényezők figyelembevétele lehetővé teszi az alapminősítés egy szinttel való emelését.

#### 1.4.4. A végső minősítés

Egy esemény végső minősítésekor az összes releváns, fentiekben leírt kritériumot figyelembe kell venni. Az eseményt minden egyes vonatkozó kritérium tükrében értékelni kell, majd a legmagasabb minősítési szint fogja meghatározni az esemény minősítését. Végül az INES-szintek általános leírásával való összevetés fogja igazolni a minősítés helyességét. A minősítés teljes folyamatát a 7. fejezetben található folyamatábrák foglalják össze.

## 1.5. A skála alkalmazása

Az INES-skála egy tájékoztatási eszköz. Elsődleges célja, hogy elősegítse a kommunikációt és az események biztonsági jelentőségével kapcsolatos megértést a műszaki közösség, a média és a lakosság között. Az INES-skála mint az eseményekkel kapcsolatos tájékoztatási eszköz alkalmazásáról részletes útmutató található az *1.6. fejezetben*.

Az INES-skálának vagy ahhoz kapcsolódó nemzetközi tájékoztató rendszernek nem célja, hogy meghatározza, az atomenergia mely alkalmazásai, illetve mely létesítmények tartozzanak a hatósági követelményrendszer hatálya alá, továbbá az sem célja, hogy követelményeket határozzon meg azon eseményekre vonatkozóan, melyeket az atomenergia alkalmazói jelenteni kötelesek a hatóságnak vagy a lakoságnak. Az események kommunikációja és INES-minősítése nem formális jelentési rendszer. A fentieken túl az INES-skála kritériumait nem azzal a céllal dolgozták ki, hogy felváltsanak bármilyen létező, óvintézkedési követelményrendszert. Az INES-skála célja mindössze annyi, hogy segítséget adjon a kommunikálandó események biztonsági jelentőségének helyes megvilágításba helyezéséhez.

Fontos, hogy a lakosság tájékoztatása a vonatkozó NBSZ-előírásoknak megfelelő tartalommal és határidőn belül teljesüljön. Az előírások betartása mellett a tájékoztatás a lehető leggyorsabb és proaktív legyen, máskülönben a média és a lakossági spekulációk az esemény helyes értelmezését megzavarhatják. Az INES-skála alapvetően az esemény bekövetkezése utáni azonnali használatra készült, azonban lehetnek esetek, amikor a kivizsgálás során merőben új okokra, körülményekre derül fény, és emiatt új megvilágításba kerül az esemény. Az ilyen esetekben – az eseményt új eseményként kezelve – az INES-minősítést ismét el lehet végezni.

A szélesebb közönséget érdeklő vagy lehetségesen érdeklő események nemzetközi kommunikációjának elősegítésére a NAÜ és az OECD NEA egy kommunikációs hálózatot alakított ki, amely lehetővé teszi az eseményekkel kapcsolatos részletes információk rögzítését egy eseményminősítési formalapon, amelyet aztán azonnal eljuttatnak az összes INES-tagállamnak.

Az INES-skála nem alkalmazható az egyes országok biztonsági mutatóinak összehasonlítására. Minden országban különböző rendelkezések vannak érvényben a kisebb események lakosság felé történő jelentésére vonatkozólag, ezen kívül nehéz pontos nemzetközi összehangot biztosítani az események minősítésében a 0 és 1-es szintek határán.

Az INES-skála nem szolgálhat alapul események kiválasztásához az üzemviteli tapasztalatok visszacsatolása céljából, mivel a fontos tanulságok gyakran a viszonylag kis jelentőségű eseményekből vonhatók le.

## 1.6. Tájékoztatás eseményről

### 1.6.1. Általános alapelvek

Az INES-skálát a kommunikációs stratégia egyik elemeként kell használni helyi, nemzeti és nemzetközi szinten egyaránt. Amennyiben INES 1 vagy magasabb minősítésű eseményről adunk tájékoztatást – amelyet a lakosság számára is publikálunk – az INES-minősítés szövegezésének összeállításakor az alábbiakat vegyük figyelembe:

- a) használjunk egyszerű, világos nyelvezetet, és kerüljük a műszaki zsargont az események összefoglaló leírásában;
- b) kerüljük a rövidítéseket, különösen, ha berendezéseket vagy rendszereket említünk (például főkeringtető szivattyút használjunk FKSZ helyett);
- c) említsük meg a tényleges, ellenőrzött információval igazolt következményeket, mint például a munkavállalók, illetve a lakosság tagjait érő determinisztikus egészségügyi hatásokat;
- d) adjunk becslést a besugárzott munkavállalók, illetve a lakosság tagjainak számára, valamint a tényleges besugárzásra vonatkozóan;
- e) egyértelműen közöljük, ha nincsenek lakossági és környezeti következmények;
- f) adjunk tájékoztatást bármely megtett óvintézkedésről.

Minden esemény esetén törekedjünk az INES minősítési formalap minél teljesebb kitöltésére annak érdekében, hogy a lehető legtöbb információt lehessen közölni.

### 1.6.2. Nemzetközi kommunikáció

Ahogy azt az 1.5. fejezet bemutatta, a NAÜ működtet egy, az eseményekről szóló nemzetközi tájékoztatást segítő rendszert. Az INES nemzeti koordinátor kötelessége a lehető leggyorsabban (cél: az esemény bekövetkezését követő 24 órán belül) hivatalosan jelenteni a bekövetkezett esemény biztonsági következményeit a részt vevő országok számára, a NAÜ USIE honlapján keresztül. Az események jelentési kritériuma:

- a) INES 1-es vagy magasabb szinten minősített események,
- b) nemzetközi érdeklődést kiváltó események.

Az információt az INES nemzeti koordinátor a NAÜ USIE honlapjára felöltve juttatja el a NAÜ számára. Az INES minősítő lap feltöltését követően az USIE-rendszer e-mail értesítést küld a saját regisztrált felhasználói, majd az INES NEWS (Nuclear Events Web-based System) honlap regisztrált felhasználói számára. Az e-mail értesítés kiküldésével egy időben az INES NEWS honlapon azonnal elérhetővé válik az esemény bárki számára.

Nemzetközi szállítási esemény esetén az INES minősítő lapot a magyar illetékes szervek csak abban az esetben készítik el és töltik fel az USIE-rendszerbe, ha az esemény Magyarországon történt. Ilyen és hasonló nemzetközi esetekben az alábbi elveket kövessük:

Ha az esemény csak az adminisztratív szabályozás vagy a csomagolás meghibásodásával jár, és a csomag Magyarországról származik, akkor a magyar illetékes szervek készítik el az eseménybejelentési formalapot. Elveszett küldeménydarab esetén, amennyiben a küldemény feladója Magyarországi telephelyű cég, akkor az esemény INES-skála szerinti minősítését és az eseményről történő tájékoztatást az illetékes magyar szervek végzik el.

Amennyiben információ beszerzése szükséges más országoktól, akkor ezt az információt a megfelelő illetékes hatóságokon keresztül lehet megkérni. A kapott információt mindenképpen figyelembe kell venni az eseményminősítési formalap elkészítésekor.

A radioaktív sugárforrásokkal kapcsolatos események esetén a lehető legtöbb műszaki részletet közöljünk a forrásról/eszközzel (pl.: az eszköz regisztrációs számai, stb.).

Radioaktív anyagok szállításával kapcsolatos események esetén közöljük a küldeménydarab típusának azonosítására szolgáló adatokat (pl. mentesített, ipari, A-típusú, B-típusú).

Az eseményminősítési formalap tartalmazza a minősítés megalapozását is. Mindamellet, hogy az anyagnak erről a részéről a lakosság nem kap tájékoztatást, hasznos lehet a műszaki közösség számára, hogy megértsék a minősítés alapját. A minősítés magyarázata világosan tükrözze azt, hogy hogyan határozták meg az INES-szintet, hivatkozva a minősítési eljárás megfelelő részeire, az INES-kézikönyv megfelelő passzusaira.

## 1.7. A kézikönyv felépítése

A kézikönyv 7 fő fejezetre oszlik.

Az *1. fejezet* áttekintést ad az INES-skáláról.

A *2. fejezet* az események minősítéséhez szükséges részletes útmutatást tartalmazza az emberekre és a környezetre vonatkozó hatások alapján.

A *3. fejezet* részletes útmutatást ad az események minősítéséhez, a létesítményi mérnöki gátaakra és sugárvédelmi korlátokra vonatkozó hatások alapján.

A *4., 5. és 6. fejezet* részletes útmutatást ad az események minősítéséhez, a mélységben tagolt védelemre vonatkozó hatásuk alapján.

A *4. fejezet* a szállításokkal és a radioaktív sugárforrásokkal kapcsolatos eseményekhez ad a mélységben tagolt védelemre vonatkozóan útmutatást, kivéve azon eseményeket, amelyek:

- gyorsítóknban;
- radionuklidok gyártásával és elosztásával foglalkozó létesítményekben;
- 1-es veszélyességi kategóriába tartozó sugárforrásokat alkalmazó létesítményekben következtek be. Ezeket a *6. fejezet* tartalmazza.

Az *5. fejezet* a mélységben tagolt védelemmel kapcsolatos útmutatást ad energetikai reaktorokban történő eseményekre. Csak olyan eseményekre vonatkozik, amikor a reaktor bármilyen teljesítményen üzemel. A leállított állapotú, tartósan leállított állapotban lévő, vagy leszerelés alatt álló energetikai reaktorokban bekövetkező események a *6. fejezet* terjedelmébe tartoznak. A *6. fejezet* fedi le a kutatóreaktorokban bekövetkezett eseményeket is.

A *6. fejezet* mélységben tagolt védelemmel kapcsolatos útmutatást ad az üzemanyagciklus létesítményekben, kutatóreaktorokban, gyorsítóknban (pl. lineáris gyorsítók és ciklotronok) bekövetkezett eseményekre, valamint a radionuklidok gyártásával és szétosztásával foglalkozó, és az 1-es veszélyességi kategóriába tartozó radioaktív sugárforrást alkalmazó létesítményekben bekövetkezett eseményekre. A fejezet útmutatást ad továbbá energetikai atomreaktorokban bekövetkező események minősítésére a reaktorok lehűtött, szubkritikus állapota (kiesés/főjavítás alatt, tartósan leállított állapotban, vagy leszerelés alatt) mellett.

A mélységben tagolt védelem három külön fejezetben való tárgyalásának célja, hogy egyszerűsítse az eseményminősítéssel foglalkozók feladatát. A fejezetek között vannak átfedések, de így minden egyes fejezet tartalmazza az adott típusú események minősítéséhez szükséges összes információt.

A *7. fejezet* az események minősítéséhez használt eljárás összefoglalása, amely illusztratív folyamatábrákat és táblázatokat tartalmaz.



A négy függelék, a tíz melléklet valamint a szakirodalmi hivatkozások további tudományos háttérinformációval szolgálnak, valamint számos kidolgozott példát is tartalmaznak. A jelen kézikönyvben használt – az NBSZ-ben nem szereplő – meghatározásokat és terminológiákat a definíciók jegyzéke tartalmazza.

## **2. EMBEREKRE ÉS KÖRNYEZETRE VONATKOZÓ HATÁS**

### **2.1. Általános leírás**

Az eseményeknek az emberekre és a környezetre vonatkozó hatásuk alapján történő minősítése figyelembe veszi a munkavállalókra, a lakosság tagjaira, valamint a környezetre vonatkozó tényleges radiológiai hatást. Az értékelés a személyi dózisokon, vagy a kibocsátott radioaktív anyag mennyiségén alapul. A dózis alapján végzett minősítés esetén figyelembe veszi a besugárzást elszenvedett emberek számát is. Az eseményeket a mélységben tagolt védelemmel kapcsolatos kritériumok alapján (4., 5., vagy 6. fejezet), illetve amennyiben alkalmazható, a létesítményi mérnöki gátak és sugárvédelmi korlátok (3. fejezet) kritériumai alapján is minősíteni kell, mivel lehetséges, hogy azok a kritériumok magasabb INES-minősítést adnak.

Egy súlyos üzemzavar vagy egy baleset esetén előfordulhat, hogy az esemény korai szakaszaiban nem lehetséges a kapott dózisok vagy a kibocsátás nagyságának pontos meghatározása. Ilyenkor kezdeti becslés alapján kell meghatározni az előzetes minősítést. Itt fontos hangsúlyozni, hogy az INES célja az, hogy lehetővé tegye az esemény jelentőségének haladéktalan kommunikációját.

Az INES-skálát nem szabad összekeverni a veszélyhelyzeti osztályozási rendszerekkel, és nem szabad az óvintézkedések meghatározásakor alapul használni. Ugyanígy az esemény kapcsán fogantatosított óvintézkedések terjedelme nem lehet alapja az INES-minősítésnek. A radiológiai eseményekkel szembeni tervezés részletessége országonként eltérő, és emiatt lehetséges, hogy megelőző óvintézkedéseket tesznek olyan esetekben, amikor a kibocsátás tényleges mértéke alapján a bevezetendő óvintézkedések nem indokoltak teljes mértékben. A fenti okokból a kibocsátás nagyságát és a becsült dózist kell használni az események INES-skála szerinti minősítéséhez, és nem a veszélyhelyzeti intézkedési tervek végrehajtása során fogantatosított óvintézkedéseket.

A fejezet a kritériumok két csoportját írja le:

- a) a kibocsátott aktivitás nagyságát: ami alkalmazható radioaktív anyagok jelentős környezeti kibocsátásakor;
- b) egyéni dózisokat: amelyek minden helyzetben alkalmazhatóak.

Ezen kritériumok alkalmazásának eljárását a 7. fejezetben található folyamatábrák mutatják be. Szállítással és radioaktív sugárforrásokkal kapcsolatos események esetén csak az egyéni dózisokat kell figyelembe venni, még akkor is, ha radioaktív anyagok jelentős kibocsátása történt.

## 2.2. A környezetbe kikerült aktivitás

A skála négy legmagasabb szintjét (INES 4-7) a kibocsátott aktivitás nagysága alapján határozzák meg a radiológiai egyenérték alapján  $^{131}\text{I}$  TBq-ben. A radiológiai egyenérték meghatározásának módszere a 2.2.1. fejezetben található. Ezen izotóp kiválasztása lényegében önkényes, azért ezt alkalmazzák, mert az INES-skálát eredetileg atomerőművekre fejlesztették, és ott a  $^{131}\text{I}$  általánosan az egyik legjelentősebb kikerülő izotóp.

A kikerült mennyiség szerint történő minősítés oka a becsült dózis alapján történő minősítéssel szemben az, hogy ilyen nagy kibocsátások esetén a ténylegesen elszenvedett dózisok nagymértékben függenek a bevezetett óvintézkedésektől és más környezeti feltételektől. Ha az óvintézkedések sikeresek, az elszenvedett dózisok nem növekednek arányosan a kibocsátott aktivitással.

### 2.2.1. A kibocsátások értékelésének módszerei

Két módszer adott egy kibocsátás radiológiai értékelésére a kibocsátás közegének függvényében. Amennyiben léghőri kibocsátás történik egy nukleáris létesítményből, egy reaktorból, akkor a **2. táblázat**ban megadott konverziós tényezőket alkalmazzuk a  $^{131}\text{I}$  radiológiai egyenérték kiszámításához. Az izotóp ténylegesen kibocsátott aktivitását megszorozzuk a **2. táblázat**ban megadott tényezővel, majd a kapott eredményt összehasonlítjuk a 2.2.2. fejezetben található minősítési szintek meghatározásánál megadott értékekkel. Több izotóp kibocsátása esetén mindegyikre kiszámítjuk az egyenértéket, majd azokat összegezzük (lásd 5-7. példákat). Ezen tényezők származtatására ad magyarázatot az **I. függelék**.

Amennyiben a kibocsátás radioaktív anyag szállítása során történik, vagy radioaktív sugárforrások alkalmazásából származik, akkor a  $D_2$  értéket használják. A  $D_2$ -értékek olyan aktivitásszintet jelentenek, amelyek fölött a forrás veszélyesnek tekintendő, és nagy valószínűséggel súlyos determinisztikus hatásokat képes okozni, ha nem kezelik megfelelő biztonsággal és védettséggel. A  $D_2$  érték "egy forrás radionuklidjának

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

aktivitása, amely ha kikerül a felügyelet alól és szétszóródik, akkor olyan veszélyhelyzetet okozhat, amely bekövetkezése esetén várható, hogy súlyos determinisztikus egészségügyi hatások lépnek fel"[5]. A III. függelék felsorolja a leggyakoribb izotópok D<sub>2</sub> értékeit.

**2. TÁBLÁZAT: RADIOLÓGIAI EGYENÉRTÉK <sup>131</sup>I LÉGKÖRI KIBOCSÁTÁSOKRA**

IZOTÓP	SZORZÓTÉNYEZŐ
<sup>241</sup> Am	8 000
<sup>60</sup> Co	50
<sup>134</sup> Cs	3
<sup>137</sup> Cs	40
<sup>3</sup> H	0,02
<sup>131</sup> I	1
<sup>192</sup> Ir	2
<sup>54</sup> Mn	4
<sup>99</sup> Mo	0,08
<sup>32</sup> P	0,2
<sup>239</sup> Pu	10 000
<sup>106</sup> Ru	6
<sup>90</sup> Sr	20
<sup>132</sup> Te	0,3
<sup>235</sup> U(S) <sup>a</sup>	1 000
<sup>235</sup> U(M) <sup>a</sup>	600
<sup>235</sup> U(F) <sup>a</sup>	500
<sup>238</sup> U(S) <sup>a</sup>	900
<sup>238</sup> U(M) <sup>a</sup>	600
<sup>238</sup> U(F) <sup>a</sup>	400
U <sub>nat</sub>	1 000
Nemesgázok	Elhanyagolható (gyakorlatilag 0)

<sup>a</sup> Tüdőabszorpció típus: S-lassú, M-közepes, F-gyors. Bizonytalanság esetén a konzervatívabb értéket használják.

Nem léghőri kibocsátás esetén (pl. kibocsátás élő vízbe vagy talajszennyezés radioaktív anyag szivárgása miatt) a dózis alapú minősítési szintet a 2.3. fejezet alkalmazásával határozzuk meg.

## 2.2.2. A kibocsátott aktivitáson alapuló szintek meghatározása<sup>2</sup>

### 7-es szint

„Olyan mértékű környezeti kibocsátással járó esemény, amikor a kikerült radioaktivitás mennyisége radiológiailag megegyezik több tízezer TBq <sup>131</sup>I légkörbe történő kibocsátásával.”

Ez az érték egy energetikai reaktor zónaleltárának nagy része, tipikusan rövid és hosszú felezési idejű radionuklidok keverékét tartalmazza. Ilyen kibocsátás esetén kiterjedt területen, akár több országot érintően várhatóak sztochasztikus egészségügyi hatások, sőt a determinisztikus egészségügyi hatások lehetősége is fennáll. Ebben az esetben számítani kell hosszú távú környezeti hatásokra és óvintézkedések (pl. elzárkóztatás és kimenekítés) bevezetésére is szükség lehet a lakosságot érő egészségügyi hatások csökkentése vagy korlátozása végett.

### 6-os szint

„Olyan mértékű környezeti kibocsátással járó esemény, amikor a radioaktivitás mennyisége radiológiailag megegyezik ezres és tízezres TBq nagyságrend közötti <sup>131</sup>I légköri kibocsátásával.”

Ilyen kibocsátás esetén valószínű, hogy óvintézkedések (pl. elzárkóztatás és kimenekítés) szükségesek a lakosságot érő egészségügyi hatások megelőzése, vagy csökkentése érdekében.

### 5-ös szint

„Olyan mértékű környezeti kibocsátással járó esemény, amikor a kibocsátott radioaktív anyag mennyisége radiológiailag megegyezik százaz és ezres TBq nagyságrend közötti <sup>131</sup>I légköri kibocsátásával.”

vagy

„Olyan esemény, amikor egy radioaktív sugárforrásból olyan mennyiségű aktivitás kerül ki a környezetbe, aminek értéke nagyobb, mint a kibocsátott izotópra vonatkozó D<sub>2</sub> érték 2500-szorosa.”

A tényleges kibocsátás miatt egyes óvintézkedések (pl. helyi elzárkóztatás, illetve kimenekítés) az egészségügyi hatások megelőzésére, vagy a következmények fellépési valószínűségének minimalizálására szükségessé válhatnak.

---

<sup>2</sup> Ezek a kritériumok olyan balesetekre vonatkoznak, ahol a kibocsátás nagyságának korai becslései csak hozzávetőlegesek lehetnek, mindamellett ezen kritériumok következetes nemzetközi alkalmazásának elősegítése érdekében a szintek közötti határok 500, 5 000 és 50 000 TBq <sup>131</sup>I.

4-es szint

„Olyan mértékű környezeti kibocsátással járó esemény, amikor a radioaktivitás mennyisége radiológiailag megegyezik tízes és százás TBq nagyságrend közötti <sup>131</sup>I légköri kibocsátással.”

vagy

„Olyan esemény, amikor egy radioaktív sugárforrásból olyan mennyiségű aktivitás kerül ki, amelynek értéke nagyobb, mint a kibocsátott izotópra vonatkozó D<sub>2</sub> érték 250-szerese.”

Ilyen kibocsátások esetén helyi élelmiszerkorlátozáson kívül további óvintézkedésekre valószínűleg nincs szükség.

## 2.3. Személyi dózisok

A legegyszerűbb kritérium az esemény miatt elszenvedett sugárdózis, így az 1-6. szintek meghatározása tartalmazza ezt a kritériumot<sup>3</sup>. Hacsak nincs külön meghatározva (lásd. 1. szint kritériumai<sup>3</sup>), ezek az alábbi szintdefiníciókban meghatározott kritériumok csak azokra a dózisokra alkalmazhatóak, amelyeket az adott minősítendő esemény kapcsán elszenvedtek vagy könnyen elszenvedhettek volna az eseményben résztvevő személyek (vagyis a definíciók nem tartalmazzák a kumulatív besugárzást). A 2.3.1. fejezetben található minősítő kritériumok azt a minimális minősítési szintet határozzák meg, amelyek abban az esetben alkalmazhatóak, ha a definícióban szereplő sugárdózist egy személy szenvedte el. Amennyiben az eseményben több személy is érintett volt, akkor a 2.3.1 fejezet alapján meghatározott minősítés szintje növelhető a 2.3.2. fejezetben megfogalmazott megfontolások alapján.

### 2.3.1. A minősítés kritériumai egy személy sugárterhelése esetén

Az INES 4-es szint a minimális olyan események esetén, amelyek:

(1) „Halálos, determinisztikus hatás bekövetkezését;

vagy

(2) néhány Gy nagyságrendű elnyelt dózist<sup>4</sup> okozó, egésztest besugárzása miatt halálos, determinisztikus hatás valószínű bekövetkezését”

---

<sup>3</sup> Az 1-es szinthez tartozó meghatározások a mélységben tagolt védelem kritériumain alapulnak, amelyek részletes magyarázata a 4-6. fejezetben található, de a teljesség kedvéért itt is szerepelnek.

<sup>4</sup> Ahol a LET sugárzás (definíciót lásd IX. mellékletben) jelentős, az elnyelt dózis számításánál figyelembe veendő az RBE (definíciót lásd IX. mellékletben). Az RBE-vel súlyozott elnyelt dózis használandó a megfelelő INES minősítés meghatározásához.

okozzák.

A **II. függelék** további részleteket ad a halálos, determinisztikus hatások valószínűségére, és a nem halálos determinisztikus hatások küszöbértékeire vonatkozóan.

Az INES 3-as szint a minimális olyan események esetén, amelyek:

(1) „Nem halálos, determinisztikus hatás bekövetkezését vagy valószínű bekövetkezését (lásd a **II. függelék**et a további részletekért);

vagy

(2) a munkavállalókra vonatkozó éves, hatósági egésztest-dózis korlátjának tízszeresénél nagyobb effektív dózisú besugárzását”

okozzák.

Az INES 2-es szint a minimális olyan események esetén, amelyek:

(1) „A lakosság egy tagjának 10 mSv-et meghaladó effektív dózisú besugárzását;

vagy

(2) egy munkavállalónak a hatósági éves dóziskorlátoknál<sup>5</sup> magasabb besugárzását”

okozzák.

Az INES 1-es szint a minimális olyan események esetén, amelyek:

(1) „A lakosság egy tagjának a hatósági éves dóziskorlátokon felüli besugárzását;

vagy

(2) egy munkavállalónak a dózismegszorításokon<sup>6</sup> felüli besugárzását;

vagy

(3) egy munkavállaló vagy a lakosság egy tagjának a hatósági éves dóziskorlátokon felüli kumulatív besugárzását”

okozzák.

### 2.3.2. A minősítés kritériumai több személy sugárterhelése esetén

Ha egynél több ember szenved el besugárzást, akkor meghatározzuk, hogy hány ember kapott a 2.3.1. fejezetben meghatározott szintű sugárterhelést.

---

<sup>5</sup> A figyelembe veendő dóziskorlátok mindegyike hatósági dóziskorlát, beleértve az egésztest effektív dózist, bőrdózisokat, végtagdózisokat és szemlencse dózisokat.

<sup>6</sup> A dózismegszorítás a dóziskorlát alatti érték.

Az alábbiakban adott útmutatást használjuk a minősítés esetleges emelésére az egyes esetekben.

A determinisztikus hatást nem okozó, vagy nagy valószínűséggel nem okozó besugárzások esetén a 2.3.1. fejezetben vizsgált minimumminősítést egy szinttel növeljük, ha a szinthez meghatározott értéknél magasabb dózisokat tíz, vagy ennél több személy szenvedte el, míg két szinttel növeljük, ha a dózisokat 100 vagy több személy szenvedte el.

A 2.3.1. fejezetben vizsgált determinisztikus hatásokat okozott vagy nagy valószínűséggel okozó besugárzások esetén egy konzervatívabb megközelítést alkalmazunk, és a minősítést egy szinttel növeljük, ha az adott szinthez meghatározott értékek feletti dózisokat háromnál több személy szenvedte el, míg két szinttel emeljük, ha a dózisokat harmincnál több személy szenvedte el.

A jelen fejezet és az előző fejezet kritériumainak összefoglaló táblázatát a 2.3.4. fejezet tartalmazza.

Amennyiben egy esemény során nagyszámú ember szenved el különböző szintű besugárzást, akkor az esemény minősítése során az alábbiak szerint járunk el: először meghatározzuk az összes érintett személy egyéni dózisát. Ezt követően a 2.3.1. fejezetben leírt definíciók alapján meghatározzuk az egyes személyekhez rendelhető INES-minősítési szinteket. Végül a jelen fejezetpontban ismertetett kritériumot is alkalmazzuk az előzőekben meghatározott minősítési szintekre. Az esemény végső minősítése a folyamatból származtatott legmagasabb INES-minősítési érték lesz. Például, ha egy esemény során a lakosság 15 tagja 20 mSv effektív dózist szenved el, akkor az ennek a dózisnak megfelelő minimális minősítés INES 2-es szint. A besugárzott személyek számának (15) figyelembevételével a minősítés egy szinttel emelkedik: INES 3.

Ugyanakkor, ha a lakoságnak csak egy tagja kapott 20 mSv effektív dózist, és a többi 14 által kapott effektív dózisok 1 és 10 mSv közé esnek, akkor az eset minősítése az alábbiak szerint történik: a 20 mSv effektív dózist kapott lakos alapján a minősítés INES 2-es szint lenne (minimumminősítés, nincs emelés, mivel csak egy személy érintett), míg az 1 és 10 mSv közötti dózist elszenvedett lakosok egyenkénti minősítése INES 1-es szint lenne. Mivel azonban 10-nél több személy szenvedett el 1 és 10 mSv közötti dózist, ezért a minősítési szint az esetükben emelhető eggyel. Az eset végső minősítése INES 2-es szint.

### 2.3.3. Dózisbecslési módszertan

Fontos, hogy a munkavállalók és a lakosság által elszenvedett dózis becslésére alkalmazott módszertan realiztikus legyen. Az értékelés során ne a legrosszabb esetet feltételezzük, hanem próbáljuk meg az eseményt realiztikusan rekonstruálni és ennek a forgatókönyvnek megfelelően elvégezni az esemény minősítését. Az értékelt forgatókönyv foglalja magába az összes megtett óvintézkedést is.

Amennyiben nem tudható biztosan, hogy az adott személyek elszenvedtek-e dózist (pl. egy szállító konténerről később derítik ki, hogy nem megfelelő az árnyékolása), akkor az esemény rekonstrukciója során becsült dózisokat vegyük alapul az esemény INES-minősítési szintjének meghatározásakor.

Amennyiben egy esemény során az érintett személy besugárzása lokális volt, akkor dózisrekonstrukció alapján határozzuk meg az érintett szerv szervdózisát, valamint az érintett által elszenvedett effektív dózist.

### 2.3.4. Összegzés

A 2.3. fejezetben található útmutatást a **3. táblázat** foglalja össze. A táblázat megmutatja, hogy hogyan vegyük figyelembe a dózisszintet és a besugárzott személyek számát.



### 3. TÁBLÁZAT: EGYÉNI DÓZISOK ALAPJÁN TÖRTÉNŐ MINŐSÍTÉS ÖSSZEFOGLALÁSA

Besugárzási szint	Minimum minősítés	Személyek száma	Tényleges minősítés
Halálos, determinisztikus hatás bekövetkezése		31 vagy több	6 <sup>a</sup>
vagy	4	4 és 30 között	5
halálos, determinisztikus hatás valószínű bekövetkezése néhány Gy nagyságrendű egésztest elnyelt dózis miatt		3 vagy kevesebb	4
		31 vagy több	5
Nem halálos, determinisztikus hatás tényleges vagy valószínű bekövetkezése	3	4 és 30 között	4
		3 vagy kevesebb	3
		100 vagy több	5
A munkavállalókra vonatkozó hatósági éves egésztest -dóziskorlát tízszeresénél nagyobb effektív dózisu besugárzása	3	10 és 99 között	4
		9 vagy kevesebb	3
		100 vagy több	4
A lakosság egy tagjának 10 mSv-t meghaladó effektív dózisbesugárzása		100 vagy több	4
vagy	2	10 és 99 között	3
egy munkavállalónak a hatósági éves dóziskorlátoknál magasabb besugárzása		9 vagy kevesebb	2
		100 vagy több	3
A lakosság egy tagjának a hatósági éves dóziskorlátokon felüli besugárzása		100 vagy több	3
vagy	1	10 és 99 között	2
egy munkavállalónak a dózismegszorításokon felüli besugárzása		9 vagy kevesebb	1 <sup>b</sup>
		egy vagy több	1 <sup>b</sup>
Munkavállalók vagy a lakosság tagjainak a hatósági éves dóziskorlátokon felüli kumulatív besugárzása	1	egy vagy több	1 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Az INES 6-os szint nem tekinthető hihetőnek semmilyen radioaktív forrással kapcsolatos esemény minősítésekor.

<sup>b</sup> A 2.3. fejezetben leírtaknak megfelelően az INES 1-es szinthez tartozó meghatározások a mélységben tagolt védelem kritériumain alapulnak, amelyek részletes magyarázata a 4-6. fejezetben található, de a teljesség kedvéért itt is szerepelnek.

### **3. LÉTESÍTMÉNYI MÉRNÖKI GÁTAK ÉS SUGÁRVÉDELMI KORLÁTOK**

#### **3.1. Általános leírás**

Az ebben a fejezetben található útmutatás csak olyan létesítményekben bekövetkezett eseményekre alkalmazható, ahol a telephely határa egyértelműen meghatározott, és ahol lehetséges (bár valószínűtlen) olyan mértékű radioaktív kibocsátással járó esemény, ami INES 5-ös vagy magasabb szintre minősíthető. Minden eseményt vizsgáljunk meg az emberekre és a környezetre gyakorolt hatás, valamint a mélységben tagolt védelem rendelkezésre állásának tükrében is. Ezen kívül vizsgáljuk meg az esemény kapcsán felmerülő kiegészítő tényezőket. Tehát általánosságban két alapvető eseménytípust minősítünk az INES-skálán. Az egyik típusú esemény, amikor a kibocsátást megakadályozó mélységben tagolt védelem sérül (pl. aktív zóna olvadása vagy nagy mennyiségű radioaktív anyag kikerülése egy reprocesszáló létesítményből). Az ilyen típusú eseményeket legalább INES 3-as szintre lehet minősíteni a mélységben tagolt védelem elve alapján: „*majdnem-baleset redundancia elvesztésével*”. A fentiek alapján az ilyen események – bizonyos, jelen dokumentumban részletezett feltételek teljesülése esetén – INES 4-es és INES 5-ös szintre is minősíthetők.

A másik olyan eseménytípus, amikor a kibocsátást megakadályozó gátak épek maradnak, de radioaktív anyagok szivárgása lép fel, vagy a dózisteljesítmény növekszik meg radioaktív anyag kezelése során. Az ilyen eseményeket helyesen INES 1-es szintre kell minősíteni a mélységben tagolt védelem elve alapján, az épen maradó gátak miatt. Mindamellet az ilyen események a radioaktív anyagok kezelésére vonatkozó sugárvédelmi korlátok sérülését jelentik, és így az emberekre és a környezetre vonatkozóan jelentős kockázatot hordozó események. A fentiek alapján az ilyen események – bizonyos, jelen dokumentumban részletezett feltételek teljesülése esetén – INES 2-es és INES 3-as szintre minősíthetők.

A radioaktív szennyeződés mértéke a környezetbe kikerült aktivitás nagyságával, vagy a szennyeződés következtében kialakult dózisteljesítménnyel jellemezhető. Ezek a kritériumok az üzemi területen, radiológiai munkahelyeken az ellenőrzött területen (lásd **IX. Melléklet Definíciók**) fellépő dózisteljesítményre vonatkoznak, függetlenül a személyzet jelenlététől. Nem szabad azonban összekeverni ezeket a kritériumokat a 2.3. fejezetben leírt, a munkavállalók által ténylegesen elszenvedett dózisokra vonatkozó kritériumokkal.

Az INES 2-es szinthez tartozó érték alatti szennyeződési szinteknek az ezen kritériumok alapján végzett eseményminősítéskor nincs jelentőségük, csak a mélységben tagolt védelemre vonatkozó hatást vesszük figyelembe. Elfogadható, hogy az ilyen jellegű következményekkel járó események esetén a sérülés, illetve a szennyeződés pontos mibenléte nem ismert az esemény utáni bizonyos időn belül. Mindamellett meg lehet becsülni azt a nagyságrendet, ami alapján a megfelelő előzetes minősítés megadható.

Minden eseménynél vegyük figyelembe az emberekre és környezetre (2. fejezet), valamint a mélységben tagolt védelemre (4., 5. és 6. fejezet) vonatkozó kritériumokat, mivel azok magasabb minősítési szintet indokolhatnak.

### 3.2. Szintek meghatározása

5-ös szint

Reaktorok üzemanyagával kapcsolatos események (beleértve a kutatóreaktorokat is)

„Energetikai reaktor üzemanyagának néhány százaléknál nagyobb mértékű olvadását, vagy energetikai reaktor zónaleltárának néhány százaléknál nagyobb mennyiségű radioaktív kibocsátását okozó esemény.”

A meghatározás egy energetikai reaktor teljes zónaleltárán alapul. Figyelembe kell venni, hogy az üzemanyag-sérülésen alapuló minősítés nem függ a primerkör állapotától.

Kutatóreaktorok esetén az érintett üzemanyaghányad meghatározásakor egy 3.000 MW<sub>th</sub> teljesítményű reaktor zónaleltárát vesszük alapul.

Más létesítmények esetén:

„Jelentős radioaktív kibocsátással járó esemény, (összevethető egy zónaolvadásból származó kibocsátással) amely nagy valószínűséggel a sugárvédelmi dóziskorlátok túllépését okozza.”

A reaktorral nem rendelkező létesítményekben bekövetkezhet például kritikussági baleset, tűz vagy robbanás, amely radioaktív kibocsátással jár.

4-es szint

Reaktorok üzemanyagával kapcsolatos események (beleértve a kutatóreaktorokat)

„Egy energetikai reaktor zónaleltárának 0,1%-ánál nagyobb radioaktív kibocsátással járó eseménye, az üzemanyag megolvadása, vagy az üzemanyag burkolatának sérülése miatt.”

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Ebben a definícióban a teljes zónaleltár szerepel. E szerint nem csak a réskibocsátást kell figyelembe venni. A meghatározás nem veszi figyelembe a primerkör állapotát. A teljes zónaleltár 0,1%-ánál nagyobb radioaktív kibocsátás következhet be akkor, ha az üzemanyag megolvad és az üzemanyag burkolata megsérül, vagy ha az üzemanyag burkolatának jelentős része, több mint 10%-a sérül meg és emiatt réskibocsátás történik.

Kutatóreaktorok esetén az érintett üzemanyaghányad meghatározásakor egy 3.000 MW<sub>th</sub> teljesítményű reaktor zónaleltárát vesszük alapul.

Egy energetikai reaktor zónaleltárának 0,1%-ánál kisebb radioaktív kibocsátást okozó üzemanyag-károsodást vagy -sérülést (pl. helyi olvadás vagy kis mértékű burkolatsérülés) INES 0 szintű eseményként minősítjük, majd a mélységben tagolt védelem rendelkezésre állása alapján is megvizsgáljuk a minősítést.

Más létesítmények esetén:

„Az elsődleges konténmentből<sup>7</sup> néhány ezer TBq-aktivitás kibocsátása miatt a lakosság hatósági dóziskorlátokat meghaladó potenciális, vagy valós besugárzásával járó esemény.”

3-as szint

„Néhány ezer TBq-aktivitás kibocsátása olyan helyre, ahol ezzel a tervezés során nem számoltak<sup>8</sup>, és ennek következtében óvintézkedés bevezetése válik szükségessé függetlenül a lakosság besugárzásának valószínűségétől.”

vagy

„Egy üzemi területen<sup>9</sup> 1 Sv/h-nál magasabb dózisteljesítményt okozó esemény (a dózisteljesítményt a forrástól egy méterre mérve).”

<sup>7</sup> Ebben az összefüggésben az elsődleges és a másodlagos konténment a radioaktív anyagokat visszatartó műszaki megoldásra vonatkozik nem reaktoros létesítményekben, és nem keverendő össze a reaktor-konténmentekre használt hasonló kifejezésekkel.

<sup>8</sup> A nem tervezett helyek azok, amelyek tervezési alapja (állandó vagy ideiglenes épületszerkezetek) esetén nem tételezik fel, hogy az üzemeltetés során, vagy egy üzemzavart követően kontaminálódhat. A nem tervezett helyek szennyeződésével járó eseményekre példák:

- Olyan területek radioaktív anyaggal való szennyeződése, ahol ilyen anyag normál működés során nincs jelen, pl. folyosók, lépcsőházak, kiegészítő épületek és tárolóterületek.
- Egy olyan terület plutóniummal vagy más hasadási termékekkel való szennyeződése, amely területet csak urán kezelésére terveztek és szereltek fel.

<sup>9</sup> Üzemi területek olyan területek, ahova a dolgozók külön engedélyek nélkül beléphetnek. Nem tartoznak ide azok a területek, melyekre külön korlátozások vonatkoznak (a egyéni doziméter, illetve a kezelőviselésének általános igényén túl) a szennyeződés mértéke, vagy a sugárzás szintje miatt.

Nem üzemi területen kialakuló, magas dózisteljesítménnyel járó eseményeket a létesítményekre vonatkozó mélységben tagolt védelem elve alapján minősítünk.

2-es szint

„Egy üzemi területen 50 mSv/h-nál magasabb dózisteljesítményt okozó esemény (a dózisteljesítményt a forrástól egy méterre mérve).”

vagy

„Olyan mennyiségű aktivitás kibocsátása a létesítmény erre nem tervezett területeire, amely javító intézkedést tesz szükségessé.”

Ebben a szövegösszefüggésben az „*olyan mennyiség*” az alábbiakat jelenti:

(a) 10 TBq <sup>99</sup>Mo kikerülésével radiológiailag egyenértékű folyékony radioaktív anyag kikerülése.

(b) 1 TBq <sup>137</sup>Cs szivárgásával radiológiailag egyenértékű szilárd radioaktív anyag kikerülése, ha ezen kívül a felületi és levegőszennyeződési szintek tízszeresen meghaladják az üzemi területekre engedélyezett értékeket.

(c) Egy épületen belül maradó légnemű radioaktív anyag kikerülése, amely radiológiailag egyenértékű néhányszor 10 GBq <sup>131</sup>I kibocsátásával.

### 3.3. Radiológiai egyenérték számítása

A radioaktív kibocsátás radiológiai egyenértékének meghatározásához használandó izotóp-specifikus szorzótényezőket tartalmazza a **4. táblázat**. A kibocsátott aktivitás mennyiségét beszorozzuk a táblázatban megadott tényezővel, majd összevetjük az összehasonlításhoz használt, izotópra vonatkozó, egyes, INES-minősítési szintekhez tartozó értékekkel. Amennyiben több izotóp szerepel a kikerült radioaktív anyagban, akkor mindegyikre meghatározzuk az egyenértéket és összeadjuk az eredményeket. A táblázatban szereplő tényezők származtatása az **I. függelék**ben található.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén****4. TÁBLÁZAT: RADIOAKTÍV SZENNYEZŐDÉS RADIOLÓGIAI EGYENÉRTÉKEI**

Izotóp	Légnemű szennyeződések szorzótényezője <sup>131</sup> I egyenértékhez	Szilárd szennyeződések szorzótényezője <sup>137</sup> Cs egyenértékhez	Folyékony szennyeződések szorzótényezője <sup>99</sup> Mo egyenértékhez
<sup>241</sup> Am	2 000	4 000	50 000
<sup>60</sup> Co	2,0	3	30
<sup>134</sup> Cs	0,9	1	20
<sup>137</sup> Cs	0,6	1	12
<sup>3</sup> H	0,002	0,003	0,03
<sup>131</sup> I	1	2	20
<sup>192</sup> Ir	0,4	0,7	9
<sup>54</sup> Mn	0,1	0,2	2
<sup>99</sup> Mo	0,05	0,08	1
<sup>32</sup> P	0,3	0,4	5
<sup>239</sup> Pu	3 000	5 000	57 000
<sup>106</sup> Ru	3	5	60
<sup>90</sup> Sr	7	11	140
<sup>132</sup> Te	0,3	0,4	5
<sup>235</sup> U(S) <sup>a</sup>	600	900	11 000
<sup>235</sup> U(M) <sup>a</sup>	200	300	3 000
<sup>235</sup> U(F) <sup>a</sup>	50	90	1 000
<sup>238</sup> U(S) <sup>a</sup>	500	900	10 000
<sup>238</sup> U(M) <sup>a</sup>	100	200	3 000
<sup>238</sup> U(F) <sup>a</sup>	50	100	1 000
U <sub>nat</sub>	600	900	11 000
Nemesgázok	Elhanyagolható (gyakorlatilag 0)	Elhanyagolható (gyakorlatilag 0)	Elhanyagolható (gyakorlatilag 0)

<sup>a</sup> Tüdőabszorpció-típus: S-lassú, M-közepes, F-gyors. Bizonytalanság esetén a konzervatívabb értéket használjuk.

#### **4. A MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEMRE VONATKOZÓ HATÁS ÉRTÉKELÉSE SZÁLLÍTÁSI ÉS RADIOAKTÍV SUGÁRFORRÁSOKKAL KAPCSOLATOS ESEMÉNYEK SORÁN**

Ez a fejezet azokkal az eseményekkel foglalkozik, amelyeknek tényleges (radiológiai) következményei nincsenek, de amelyek kapcsán egyes biztonságot szavatoló megoldások sérülnek. A többszörös biztonságot szavatoló megoldások tudatos alkalmazását mélységben tagolt védelemnek nevezik. Az **I. Mélységben** tagolt védelem további háttérinformációval szolgál (különösen nagyobb létesítmények esetére) a mélységben tagolt védelem koncepciójához.

Jelen fejezet a radioaktív sugárforrásokkal és a radioaktív anyagok szállításával összefüggő tevékenységek során bekövetkező események INES-skála szerinti minősítéséhez ad útmutatást. A gyorsítóknál, a radionuklidokat gyártó létesítményeknél, valamint az 1-es kategóriába tartozó radioaktív sugárforrások alkalmazása során bekövetkező események INES-minősítésére a *6. fejezet* ad útmutatást.

Radioaktív sugárforrások szállítása és alkalmazása során a lakosság és a munkavállalók biztonságát a gondos tervezés, a folyamatok megfelelően szabályozott végrehajtása, az adminisztratív korlátok, az információt szolgáltató mérések és a védelmet biztosító rendszerek (pl. rezesek, jeladók és fizikai gátak) biztosítják. A biztonságot szavatoló megoldásokat is magában foglaló, mélységben tagolt védelem elve megfelelő tartalékot biztosít berendezés-meghibásodás, emberi hiba, vagy nem tervezett események bekövetkezése esetén.

A mélységben tagolt védelem így a konzervatív tervezés, a minőségbiztosítás, a felügyelet, a beavatkozó eszközök és a biztonsági kultúra együttes alkalmazásával valósul meg úgy, hogy az egyes védelmi szintek egymást erősítik.

Az INES-minősítési módszertan figyelembe veszi az esemény során még működőképes biztonságot szavatoló megoldások számát, valamint az adott üzemállapotban rendelkezésre álló összes biztonságot szavatoló megoldás meghibásodása esetén fellépő következményeket.

Ezen tényezők figyelembevételén túl az INES-módszertan kiegészítő tényezőket (lásd *6.2. fejezet*) is figyelembe vesz.

Ez a fejezet két fő alfejezetre oszlik. Az első (*4.1. fejezet*) a mélységben tagolt védelem szerinti eseményminősítés általános alapelveit adja meg. Mivel számos eseménytípust kezel, ezért az alapelvek általános természetűek.

Annak érdekében, hogy az alapelveket következetesen alkalmazzák, a 4.2. fejezet részletes útmutatást ad.

#### **4.1. Események minősítésének általános alapelvei**

Az INES-skála 3 szintet rendel a mélységben tagolt védelmet érintő hatáshoz, mert az egyes események esetén a legsúlyosabb lehetséges következmények (még az összes biztonságot szavatoló megoldás meghibásodásakor is) korlátozottak a kibocsátható radioaktív anyagok mennyisége miatt. Ha az atomenergia egy adott alkalmazásának legsúlyosabb lehetséges következményeit nem lehet a skálán az INES 4-es szintnél magasabb szintre minősíteni, akkor a mélységben tagolt védelem szerinti maximális minősítés az INES 2-es szint. Hasonlóan, ha a legsúlyosabb lehetséges következményeket nem lehet INES 2-es szintnél magasabbra minősíteni, akkor a mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb minősítés az INES 1-es szint.

A mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb minősítési szint meghatározása után megvizsgáljuk, hogy mely biztonságot szavatoló megoldások maradtak funkcióképesek (azaz a biztonságot szavatoló megoldások milyen további sérülése vezethet a legsúlyosabb lehetséges következmények kialakulásához). Ez magába foglalja az irányító, a beavatkozó műszaki és adminisztratív eszközöket, beleértve a passzív és aktív gátakat. Meg kell vizsgálni, hogy van-e bármilyen biztonsági kultúrával kapcsolatos olyan hiányosság, amely a legsúlyosabb lehetséges következmények kialakulásának valószínűségét megnövelné.

A fentiek alapján a következő lépéseket tesszük meg az esemény minősítéséhez:

(1) Először megállapítjuk a mélységben tagolt védelem szerinti minősítés legmagasabb értékét, az atomenergia adott alkalmazási módjának legsúlyosabb lehetséges következményei szerinti minősítési szint megállapításával, a jelen kézikönyv 2. és 3. fejezetében található kritériumok alapján. A legsúlyosabb lehetséges következmények meghatározásához részletes útmutatást ad a 4.2.1. fejezet.

(2) Ezt követően végezzük el a tényleges minősítést:

(a) Elsőként figyelembe véve a rendelkezésre álló irányító és beavatkozó (műszaki és adminisztratív) eszközök (beleértve a passzív és az aktív gátak) számát és hatékonyságát;

(b) Másodsorban figyelembe véve az esemény azon biztonsági kultúrával kapcsolatos szempontjait, melyek a biztonságot szavatoló megoldások vagy



a szervezeti működés komolyabb mértékű romlását jelezhetik. (ld. 4.2.2.1., 5.2.3. és 6.2.4. fejezetek)

A fenti két szempont szerinti minősítési folyamatra vonatkozóan ad részletes útmutatást a 4.2. fejezet.

## **4.2. Események minősítésének részletes útmutatója**

### *4.2.1. A legsúlyosabb lehetséges következmények meghatározása*

A legsúlyosabb lehetséges következményeket a sugárforrás „A” aktivitása és az adott sugárforrásra vonatkozó, a NAÜ Radioaktív Sugárforrások Kategorizálása című dokumentumában [1] és az azt kiegészítő dokumentumban [5] található D-érték alapján határozzuk meg. A legsúlyosabb lehetséges következmények nem függenek a ténylegesen bekövetkezett esemény körülményeitől. A D-értékek olyan aktivitásértékek, amelyek fölött a sugárforrást veszélyesnek kell tekinteni, mivel súlyos determinisztikus hatásokat okozhat, ha nem kezelik kellően biztonságosan és védetten. Az útmutatóban [1] szereplő D-értékek, amelyek a leggyakoribb izotópokra vonatkoznak, szerepelnek a **III. függelék**ben is. Ha a D-értékre további izotópok esetén lenne szükség, akkor azokat az [5] dokumentumban lehet megtalálni.

Az **5. táblázat** megadja az A/D érték, a radioaktív sugárforrás kategóriája és a legsúlyosabb lehetséges (az összes biztonsági intézkedés elvesztése esetén bekövetkező) következmények szerinti minősítés közötti összefüggést. A táblázat, a korábbiakban leírt, az események minősítésére vonatkozó általános alapelveknek megfelelő, a mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb minősítési szintet is megadja. A tényleges minősítés ezzel megegyezik vagy alacsonyabb, mint a táblázat alsó sorában szereplő érték.

Mivel a mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb minősítés 2. és 3. kategóriába tartozó sugárforrások esetén megegyezik, ezért a jelen fejezet a továbbiakban ezeket együtt kezeli.

**5. TÁBLÁZAT: AZ A/D ARÁNY, A SUGÁRFORRÁSKATEGÓRIA, A LEGSÚLYOSABB LEHETSÉGES KÖVETKEZMÉNYEK ÉS A MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEM SZERINTI MINŐSÍTÉS KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS**

A/D arány	$0,01 \leq A/D < 1$	$1 \leq A/D < 10$	$10 \leq A/D < 1000$	$1000 \leq A/D$
Sugárforrás kategória	4. kategória	3. kategória	2. kategória	1. kategória
Minősítés a legsúlyosabb lehetséges következmények alapján, ha minden biztonságot szavatoló megoldás sérül	2	3	4	5 <sup>a</sup>
Legmagasabb minősítési szint a mélységben tagolt védelem alapján	1	2	2	3

<sup>a</sup> Radioaktív sugárforrásokkal kapcsolatos, magasabb szintre minősítendő események bekövetkezése nem hihető.

A D-értékek közvetlenül nem alkalmazhatók besugárzott üzemanyagra, mindamelllett a besugárzott nukleáris üzemanyagok szállításával kapcsolatos eseményeket a 4.2.2. fejezet útmutatása szerint úgy kell minősíteni, mintha 1. kategóriába tartozó sugárforrások lennének.

A korábban említettek szerint a gyorsítóknál bekövetkezett események minősítését a 6. fejezet útmutatása alapján kell elvégezni. Ettől eltérő, radioaktív anyagot nem tartalmazó ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések esetén jelen fejezet útmutatását kell alkalmazni. Mivel nincs a berendezés méretén alapuló egyszerűsített módszer a radioaktív anyagot nem tartalmazó, ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések kategorizálására, ezért az ezeknél bekövetkező események minősítésekor az INES-kézikönyv általános alapelveit kell alkalmazni. Olyan berendezések esetén, ahol nem következhet be olyan radioaktív kibocsátással járó esemény, amely bármilyen determinisztikus hatást okozna (akár az összes biztonságot szavatoló megoldás sérülésekor), az eseményeket a 4.2.2. fejezet szerinti útmutatás alapján kell minősíteni, úgy, mintha azok 4. kategóriába tartozó radioaktív sugárforrások lennének. Azon berendezések esetén, ahol az összes biztonságot szavatoló megoldás sérülésekor determinisztikus hatások léphetnek fel, az eseményeket úgy kell minősíteni a 4.2.2. fejezet útmutatása szerint, mintha azok 2. és 3. kategóriába tartozó sugárforrások lennének.

Az **5. táblázat** nem tartalmazza az 5. kategóriába tartozó radioaktív sugárforrásokat, és a 4.2.2. fejezet minősítési táblázatai sem veszik azokat figyelembe. A radioaktív sugárforrások kategorizálásának NAÜ-kiadványa [1]

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

kimondja, hogy az 5. kategóriába tartozó sugárforrások nem képesek maradandó sérülést okozni az embereknek, emiatt az ilyen sugárforrásokkal kapcsolatos, biztonságot szavatoló megoldások sérülésével járó eseményeket csak INES 0 szintre vagy INES 1-es szintre lehet minősíteni a mélységben tagolt védelem elve alapján. Egyszerű útmutatás található a 4.2.2. fejezet bevezetésében arra vonatkozóan, hogy a INES 0 szint vagy az INES 1-es szint a megfelelő.

Amennyiben az esemény több radioaktív sugárforrást vagy több küldeménydarabot is érint, akkor megfontolandó, hogy egy adott tételt vagy az összes küldeménydarabot/sugárforrást vegyük-e figyelembe. Amennyiben a biztonságot szavatoló megoldások sérülésének az összes tételre lehet hatása (pl. tűz esetén), akkor a teljes izotópleltárt kell alapul venni. Amennyiben a biztonságot szavatoló megoldások sérülése csak egy adott tételre lehet hatással (pl. egy küldeménydarab nem megfelelő felcímkézése), akkor csak az adott küldeménydarab izotópleltárát vesszük alapul. A **III. függelék** útmutatást ad az összesített D-érték számítására vonatkozóan.

Az esemény értékelésekor az alábbi lépéseket követjük a legsúlyosabb lehetséges következmények meghatározására:

Amennyiben az aktivitás ismert, akkor az A/D értéket határozzuk meg, elosztva a radioaktív sugárforrás „A” aktivitását az izotópra vonatkozó D-értékkel. Az A/D arányt összevetve az **5. táblázat**ban szereplő értékekkel tudjuk meghatározni a kategóriát. Ha a tényleges aktivitás nem ismert (pl. azonosítatlan sugárforrást találnak hulladékfémekben), akkor az aktivitást az ismert vagy mért dózisteljesítmények alapján és a sugárforrásban található radionuklid azonosításával becsüljük meg. Ezt követően a kategóriát az A/D arány alapján határozzuk meg.

Ha a tényleges aktivitás nem ismert, és a dózisteljesítmény-mérések nem állnak rendelkezésre, akkor a forrás kategóriáját az alkalmazásáról rendelkezésre álló információk alapján becsüljük meg. A **IV. függelék** példákat mutat be a sugárforrások különböző alkalmazására és a valószínű kategóriákra vonatkozóan.

Hasadóanyagot tartalmazó küldeménydarabokkal kapcsolatos események bekövetkezése esetén:

Ha az esemény a kritikusság kialakulásának megelőzéséhez szükséges biztonságot szavatoló megoldásokat érinti, akkor azt úgy minősítjük, mintha a küldeménydarab 1-es kategóriás sugárforrás lenne.

Ha egy olyan biztonságot szavatoló megoldás sérül, amelyik nem érinti a kritikussági biztonságot friss üzemanyag esetén, akkor a minősítést a tényleges aktivitást figyelembe véve végezzük el az A/D arány alapján. Besugárzott üzemanyag esetén általánosan az 1-es kategóriájú sugárforrásokra vonatkozó oszlopot alkalmazzuk; a tényleges A/D értéket számítjuk ki és használjuk, még abban az esetben is, ha a besugárzott anyag mennyisége nagyon kevés.

#### 4.2.2. A biztonságot szavatoló megoldások hatékonyságán alapuló minősítés

Az alábbi alfejezetek útmutatást adnak a biztonságot szavatoló megoldások sérülésével összefüggő különböző típusú események minősítéséhez. A 4.2.2.2. fejezet az elveszett vagy talált radioaktív sugárforrásokkal, eszközökkel vagy küldeménydarabokkal kapcsolatos eseményeket, a 4.2.2.3. fejezet az érintett biztonságot szavatoló megoldások sérülésével kapcsolatos eseményeket, míg a 4.2.2.4. fejezet más, biztonsággal összefüggő eseményeket fed le.

Minden olyan esetben, ahol a minősítés kérdéses, a biztonsági kultúrára vonatkozó szempontokat is figyelembe kell venni. Ezzel kapcsolatban további útmutatást ad a 4.2.2.1. fejezet. Egyes esetekben, amikor a minősítés kérdéses, további tényezőket is figyelembe kell venni, amelyekről a minősítéseket összefoglaló **6.**, **7.**, és **8. táblázat**ok lábjegyzetei adnak útmutatást.

Az 5. kategóriába tartozó sugárforrásokkal kapcsolatos eseményeket nem kezelik az alábbi fejezetek, mivel azokat általánosan INES 0 szintre minősítjük. Mindamellet az INES 1-es szint megfelelő, amennyiben az összes tervezett biztonságot szavatoló megoldás egyértelműen sérül, vagy a biztonsági kultúra kapcsán jelentős hiányosságokra van bizonyíték. Amennyiben az 5. kategóriába tartozó sugárforrásra az alapvető hatósági felügyeleten felül nem terveztek további specifikus sugárvédelmi intézkedéseket, akkor az elvesztését csak INES 0 szintű eseményként lehet minősíteni.

##### 4.2.2.1. Biztonsági kultúrával kapcsolatos szempontok figyelembevétele

A jó biztonsági kultúra segít megelőzni az üzemzavarokat, másrészt a biztonsági kultúra hiánya azt okozhatja, hogy a munkavállalók nem a tervezett módon végzik a tevékenységüket. Az előzőek alapján a biztonsági kultúrát a mélységben tagolt védelem részeként vesszük figyelembe. A biztonsági kultúra hiányossága miatt akkor lehet egy eseményt magasabb szintre minősíteni, ha bizonyítékok vannak az ilyen problémákra. Nem megfelelő biztonsági kultúrára utalnak például az alábbiak:

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

- a) az Üzemeltetési Feltételek és Korlátok (továbbiakban ÜFK) megsértése, és/vagy nukleáris biztonságot érintő belső szabályozás megalapozatlan megsértése. (Az ÜFK előírásainak értelmezéséről további információ a **3. melléklet**ben található.)
- b) a minőségirányítási folyamat jelentős hiányossága;
- c) sorozatos és/vagy ismétlődő emberi hibák;
- d) a radioaktív anyagok, beleértve a környezeti kibocsátások megfelelő ellenőrzésének elmulasztása, illetve a dózisellenőrzési rendszer hibája;
- e) ismétlődő esemény, ami azt jelzi, hogy az esemény első bekövetkezését követően elmulasztották a tanulságok levonását, vagy a javító intézkedéseket nem, vagy késve hajtották végre.

A minősítésnél figyelembe vehető enyhítő körülmények:

Minden súlyosbító tényező esetén mérlegelik a potenciális biztonsági következményeket.

Az ismétlődő két esemény között olyan rövid idő telt el, hogy érdemi intézkedések végrehajtása nem lehetséges, vagy az ismétlődés kockázata viselhető mértékű, ezért beavatkozás, a ráfordítás mérlegelése mellett nem szükséges.

A biztonsági rendszer, rendszerelem üzemképtelenségi ideje igen rövid volt a tesztelési ciklusához képest.

Az előírásértés fennállása igen rövid idejű volt (néhány perc/óra). Ebben az esetben mindig mérlegelik, hogy az előírásértés milyen biztonsági következményekkel járt, illetve járhatott volna. Amennyiben az adott előírás megsértése elhanyagolható biztonsági kockázattal járt, akkor az INES-minősítés szintjének emelése indokolatlan.

#### 4.2.2.2. Elveszett vagy talált radioaktív sugárforrásokkal/eszközökkel kapcsolatos események

A **6. táblázat**ot kell alkalmazni olyan radioaktív sugárforrásokkal, eszközökkel és küldeménydarabokkal kapcsolatos események során, amikor azokat nem megfelelő helyre szállították, elvesztették, ellopták vagy megtalálták őket. Amennyiben egy radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab helyét nem lehet meghatározni, akkor elsőként, mint „hiányzót” kezeljük. Ezt követően, amennyiben a lehetséges helyszínek átkutatása nem hoz eredményt, akkor elveszettnek vagy ellopottnak tekintjük.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

A radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab elvesztését a mélységben tagolt védelem romlása alapján kell minősíteni. Ha a radioaktív sugárforrást, eszközt vagy küldeménydarabot ezt követően megtalálják, akkor a korábbi elvesztést, majd a későbbi megtalálást egy eseményként kell kezelni. Az eredeti minősítést az alábbi információk alapján kell felülvizsgálni (egy szinttel feljebb vagy lejjebb lehet minősíteni):

- A radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab megtalálási helye, és az, hogy hogyan került, kerülhetett oda (Fontos, hogy hol találták meg a forrást: a lakosság számára zárt területen, pl. gyártelepen; vagy az utcán, ahol a járókelők könnyen érintkezhetnek a sugárforrással közvetlenül).
- A radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab állapota (A sugárforrás tokozása zár, vagy nyitottá vált az eltűnésétől a felfedezéséig eltelt időtartamban).
- A radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab elveszett (felügyelet nélküli) állapotának valós, vagy becsült időtartama.
- A besugárzást elszenvedett emberek száma és a lehetséges dózisok (A rekonstruált scenárió lehetőleg minél realiztikusabb legyen, nem alapulhat a legrosszabb eseten).

A felülvizsgált minősítés vegye figyelembe mind az eredeti, mélységben tagolt védelem szerinti minősítést, mind a tényleges következményeket. A dózisokat minden esetben realiztikus feltételezésekkel (nem pedig a legrosszabb eset forgatókönyvét alapul véve) kell megbecsülni vagy kiszámítani.

A talált radioaktív sugárforrásokkal és eszközökkel kapcsolatos események INES-minősítését a **6. táblázat** tárgyalja. A kézikönyv a talált radioaktív sugárforrásokat árnyékolás nélküli forrásnak tekinti, míg a talált eszközöket olyan gazdátlan sugárforrásnak feltételezi, amelyek ép árnyékoló konténerben találhatóak.

Számtalan példa van arra vonatkozóan, hogy egy elvesztett sugárforrás a fémfeldolgozó iparba kerül. A fémkereskedők és az acélművek emiatt egyre gyakrabban ellenőrzik az érkező hulladékvas-szállítmányok radioaktivitását. Az ilyen események minősítését a **6. táblázat** „*talált gazdátlan sugárforrás*” sor alapján végzik el. Amennyiben a sugárforrást beolvasztották, akkor az esetet a magasabbik szintre minősítjük. Ha a sugárforrást a beolvasztás előtt felfedezték, akkor a minősítést aszerint végezzük el, hogy maradt-e sértetlen, biztonságot szavatoló megoldás (lásd **6. táblázat** „a” lábjegyzetét.)

## 6. TÁBLÁZAT: ELVESZETT VAGY TALÁLT RADIOAKTÍV SUGÁRFORRÁSOKKAL, ESZKÖZÖKKEL VAGY KÜLDEMÉNYDARABOKKAL KAPCSOLATOS ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSE

Esemény típusa	Eseményminősítés a sugárforrás kategóriája alapján		
	4. kategória	3. vagy 2. kategória	1. kategória
A táblázat a talált radioaktív sugárforrásokat árnyékolás nélküli forrásnak tekinti, míg a talált eszközöket olyan gazdátlan sugárforrásoknak feltételezi, amelyekre ép árnyékoló konténerben találtak rá.			
Hiányzó radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab épen történő felfedezése ellenőrzés alatt álló területen.	1	1	1
Talált radioaktív sugárforrás, eszköz (beleértve a gazdátlan forrásokat és eszközöket is) vagy küldeménydarab.	1	1 vagy 2 („a” lábjegyzet)	2 vagy 3 („a” lábjegyzet)
Még meg nem talált, elveszett vagy ellopott radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab.	1	2	3
Későbbiekben megtalált elveszett vagy ellopott radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab. Annak igazolásával, hogy nem tervezett besugárzás nem történt, és annak egyidejűleg történt eldöntésével és a döntés jóváhagyásával, hogy a forrást nem szerzik vissza, mivel az biztonságos vagy nem hozzáférhető helyen (pl. víz alatt) van.	1	1	1
Rossz helyre szállított küldeménydarab, amennyiben a fogadó létesítmény rendelkezik a küldeménydarab kezeléséhez szükséges összes sugárbiztonsági intézkedéssel.	0 vagy 1	1	1
Rossz helyre szállított küldeménydarab, ha a fogadó létesítmény nem rendelkezik a küldeménydarab kezeléséhez szükséges összes sugárbiztonsági intézkedéssel.	1	1 vagy 2 („b” lábjegyzet)	2 vagy 3 („b” lábjegyzet)

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

- <sup>a</sup> A legalacsonyabb javasolt értéket választják, ha van olyan biztonságot szavatoló megoldás, amelyik hatékony maradt (pl. árnyékolás, lezáró eszközök és figyelmeztető jelzések kombinációja).
- <sup>b</sup> Az alacsonyabb minősítés a megfelelő, amennyiben a létesítménynek van megfelelő sugárbiztonsági szabályzata. FIGYELEM! A sugárbiztonsági szabályzat nem azonos a Munkahelyi Sugárvédelmi Szabályzattal!

Szennyezett fémekkel kapcsolatos események esetén nem mindig használható a sugárforrás kategóriájának megállapítására a *4.2.1. fejezet*. Ezekben az esetekben a dózisteljesítményt megmérjük, az emberek által a területen elszennvedett dóziseket megbecsüljük, és a minősítés így ezen lehetséges dóziseken alapul.

#### 4.2.2.3. Biztonságot szavatoló megoldások sérülésével kapcsolatos intézkedések

A **7. táblázat**ot alkalmazzuk azoknál az eseteknél, amikor a radioaktív sugárforrás, eszköz vagy küldeménydarab a várt helyén található, de a biztonságot szavatoló megoldások sérültek. Ezek a biztonságot szavatoló megoldások magukba foglalják az olyan műszaki intézkedéseket, mint a szállítókonténer, vagy a sugárforrástartó, más árnyékoló vagy visszatartó rendszerek, reteszek vagy más biztonsági/riasztó eszközök alkalmazása. Ezen túl olyan adminisztratív intézkedések is ide értendők, mint a küldeménydarabok felcímkézése, a szállítási dokumentáció, a munka- és veszélyhelyzeti eljárások, a radiológiai monitorozás és a személyi figyelmeztető doziméterek használata. Az olyan létesítmények, mint az 1. kategóriába tartozó sugárforrást használó besugárzók, terápiás egységek vagy lineáris gyorsítók általában komoly, a mélységben tagolt védelem elve szerint kialakított biztonságot szavatoló megoldásokat alkalmaznak. A jelen fejezet bevezető részében leírtak szerint az ilyen létesítményekben a biztonságot szavatoló megoldások sérülésével kapcsolatos eseményeket a *6. fejezet* szerint minősítjük.



## 7. TÁBLÁZAT: BIZTONSÁGOT SZAVATOLÓ MEGOLDÁSOK SÉRÜLÉSÉVEL JÁRÓ ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSE

Esemény típusa	Eseményminősítés a sugárforrás kategóriája alapján		
	4. kategória	3. vagy 2. kategória	1. kategória
<b>A. A biztonságot szavatoló megoldások nem sérültek.</b>			
Normálistól eltérő esemény úgy is bekövetkezhet, hogy nincs jelentősége a meglévő biztonságot szavatoló megoldások hatékonyságának. Tipikus ilyen események:			
Kismértékű felületi szennyeződést vagy szivárgást okozó felületi sérülés az árnyékoláson, vagy a forrás tartóján, vagy szivárgó forrás, a személyzet alacsony szintű szennyeződésével.	1	1	1
Kismértékű felületi szennyezést vagy szivárgást okozó felületi sérülés az árnyékoláson, illetve a forrás tartóján, vagy szivárgó forrás, ahol a szennyeződés nem tervezett, de a radiológiai jelentősége kicsi vagy egyáltalán nincsen.	0 vagy 1	0 vagy 1	0 vagy 1
Az ilyen események kezelésére tervezett területek szennyeződése.	0 vagy 1	0 vagy 1	0 vagy 1
Előrelátható események, ahol a biztonsági belső szabályozások hatékonyan megelőzik a nem tervezett besugárzásokat, és hatékonyan visszaállítják a normál feltételeket. Olyan eseményeket foglalhat magába, mint például amikor egy besugárzó forrás nem kerül vissza a helyére (például ipari radiográfiás gammaforrás vagy brachiterápiás forrás) feltéve, hogy azt a létező üzemzavari belső szabályozásoknak megfelelően biztonságosan visszaállítják.	0 vagy 1	0 vagy 1	0 vagy 1
Küldeménydarab nem, vagy kis mértékű sérülése a dózisteljesítmény növekedése nélkül.	0 vagy 1	0 vagy 1	0 vagy 1

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Esemény típusa	Eseményminősítés a sugárforrás kategóriája alapján		
	4. kategória	3. vagy 2. kategória	1. kategória
<b>B. A biztonságot szavatoló megoldások részleges sérülése.</b>			
Egy vagy több, biztonságot szavatoló megoldás (valamilyen okból) sérül, de legalább egy megmarad. Tipikus ilyen események:			
A magas dózisteljesítmények miatti besugárzás megelőzését célzó telepített riasztó- vagy biztonsági rendszer egy részének meghibásodása.	0 vagy 1 („a” lábjegyzet)	1 vagy 2 („a” lábjegyzet)	(„b” lábjegyzet)
A belső biztonsági szabályozás be nem tartása (beleértve a sugárvédelmi és a biztonsági ellenőrzéseket), de ahol más létező (műszaki), biztonságot szavatoló megoldások hatékonyak maradnak.	0 vagy 1 („a” lábjegyzet)	1 vagy 2 („a” lábjegyzet)	(„b” lábjegyzet)
Konténmentrendszerek jelentős sérülése vagy inhermetikus zárások/hibás (le)zárások.	0 vagy 1 („a” lábjegyzet)	1 vagy 2 („a” lábjegyzet)	(„b” lábjegyzet)
Hibás csomagolás vagy rögzítés. Nem hatékony eszközök a (szándékosan) szakszerűtlen kezelés jelzésére.	0 vagy 1 („c” lábjegyzet)	0 vagy 1 („c” lábjegyzet)	0 vagy 1 („c” lábjegyzet)
<b>C. Az összes biztonságot szavatoló megoldás sérült.</b>			
Jelentős nem tervezett besugárzást okozó, vagy a szennyeződésnek ellenőrzés alatt nem álló területekre való terjedésének jelentős kockázatával járó esemény. Tipikus ilyen események:			
Árnyékolás elvesztése (tűz vagy súlyos erőhatás miatt, aminek következtében közvetlen besugárzás lehetséges).	1	1 vagy 2 („d” lábjegyzet)	2 vagy 3 („e” lábjegyzet)
Figyelmeztető és biztonsági eszközök meghibásodása, aminek következtében lehetségessé válik a belépés magas dózisteljesítményű területekre.	1	1 vagy 2 („d” lábjegyzet)	2 vagy 3 („e” lábjegyzet)
Sugárzási szintek ellenőrzésének hibája, amennyiben nem marad biztonsági intézkedés, vagy minden más biztonságot szavatoló megoldás sérül (pl. annak ellenőrzése, hogy a gamma forrásokat teljesen	1	1 vagy 2 („d” lábjegyzet)	2 vagy 3 („e” lábjegyzet)

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Esemény típusa	Eseményminősítés a sugárforrás kategóriája alapján		
	4. kategória	3. vagy 2. kategória	1. kategória
<p>visszahúzták-e radiográfiás vizsgálat után).</p> <p>Események, amikor a forrás véletlenül szabaddá válik és nincs hatékony eljárás a helyzet kezelésére, vagy ha a belső szabályozásokat figyelmen kívül hagyják.</p>	1	1 vagy 2 („d” lábjegyzet)	2 vagy 3 („e” lábjegyzet)
Nem megfelelő vagy hiányzó árnyékolással talált csomagolás a besugárzás jelentős veszélyével.	1	1 vagy 2 („d” lábjegyzet)	2 vagy 3 („e” lábjegyzet)

- <sup>a</sup> Az alacsonyabb minősítés megfelelő, ha több, biztonságot szavatoló megoldás maradt sértetlen és nincs jelentős biztonsági kultúra probléma. Ahol lényegében csak egy biztonsági gát marad, ott a magasabb minősítést kell alkalmazni.
- <sup>b</sup> A létesítményekben használt 1. kategóriás sugárforrásokra vonatkozó, biztonságot szavatoló megoldások részleges sérülésével járó események minősítése a *6. fejezet*ben leírt biztonságigát-megközelítésen alapuljon. Az 1. kategóriás sugárforrásokkal kapcsolatos további eseményeket INES 1-es vagy INES 2-es szintre kell minősíteni. Az alacsonyabb minősítési szint megfelelő, ha több, biztonságot szavatoló megoldás maradt sértetlen és nincs jelentős biztonsági kultúra probléma.
- <sup>c</sup> A magasabb szint megfelelő, kivéve, ha a biztonságot szavatoló megoldások sérülésének mértéke csekély.
- <sup>d</sup> Egy létesítményen belül adott helyre szerelt 3. kategóriájú sugárforrás legsúlyosabb lehetséges következményei semmiképpen sem magasabbak, mint az INES 2-es szint. Ezért az ilyen létesítményekben bekövetkezett eseményeknek a mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb minősítési szintje INES 1.
- <sup>e</sup> Az INES 3-as minősítés csak akkor megfelelő, ha a legsúlyosabb lehetséges következmények nagyobbak, mint az INES 4-es minősítéshez tartozó szint. Az 1. kategóriájú sugárforrásokat alkalmazó létesítményekben történt események minősítésére a *6. fejezet* szerinti útmutatót kell alkalmazni -. Az útmutató csak akkor minősíti az eseményt az INES 3-as szintre, ha a radioaktív anyag terjedésének lehetősége fennáll. Amennyiben az esemény csak a munkavállalók dóziskorlátokon felüli besugárzását megelőző, biztonságot szavatoló megoldások romlásával kapcsolatos, akkor az INES 2-es minősítés a helyes.

## 4.2.2.4. Más biztonsági vonatkozású események

A **8. táblázat**ot használjuk olyan események minősítésére, amelyek nem tartoznak a **6. és 7. táblázat**ok terjedelmébe.

**8. TÁBLÁZAT: MÁS BIZTONSÁGI VONZATÚ ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSE**

Esemény típusa	Eseményminősítés a sugárforrás kategóriája alapján		
	4. kategória	3. vagy 2. kategória	1. kategória
A lakosság legalább egy tagja az esemény miatt az éves hatósági dóziskorlátokat meghaladó dózist kapott.	1	1	1
Munkavállalók vagy a lakosság tagjai az éves hatósági dóziskorlátokat meghaladó kumulatív dózist szenvedtek el.	1	1	1
Hiányosság vagy súlyos hiányosság az olyan nyilvántartásokban, mint a radioaktív sugárforrások nyilvántartása, dozimetriai intézkedések hiányosságai.	1	1	1
Engedélyezett korlátok feletti környezeti kibocsátás.	1	1	1
Szállítási engedély feltételeinek nem teljesítése.	1	1	1
A szállítás nem megfelelő sugárvédelmi ellenőrzése.	0 vagy 1 („a” lábjegyzet)	0 vagy 1 („a” lábjegyzet)	0 vagy 1 („a” lábjegyzet)
Küldeménydarabok vagy szállítóeszköz szennyeződése, ha a szennyeződésnek nincs vagy kicsi a radiológiai jelentősége.	0 vagy 1	0 vagy 1	0 vagy 1
Küldeménydarabok vagy szállítóeszköz szennyeződése, ha több mérés jelentős, a vonatkozó korlátokon felüli szennyeződést mutat, és fennáll a lehetősége a lakosság szennyeződésének.	1	1	1
Helytelen vagy hiányzó szállítási dokumentumok, küldeménydarab-címkék vagy járműfeliratok.	0 vagy 1	0 vagy 1	0 vagy 1
Radioaktív anyag egy feltételezetten üres küldeménydarabban.	1	1 vagy 2 („b” lábjegyzet)	1, 2 vagy 3 („b” lábjegyzet)

Esemény típusa	Eseményminősítés a sugárforrás kategóriája alapján		
	4. kategória	3. vagy 2. kategória	1. kategória
Radioaktív anyag egy nem megfelelő típusú vagy nem megfelelő csomagolásban.	0 vagy 1 („c” lábjegyzet)	1 vagy 2 („c” lábjegyzet)	2 vagy 3 („c” lábjegyzet)

- <sup>a</sup> A minősítés során figyelembe kell venni az ellenőrzés nemmegfelelőségének mértékét, valamint a biztonsági kultúra kapcsán tapasztalt hiányosságokat.
- <sup>b</sup> A minősítés során figyelembe kell venni azokat a biztonságot szavatoló megoldásokat, melyek annak ellenére hatékonyak maradtak, hogy a küldeménydarabot üresnek tételezték fel.
- <sup>c</sup> A magasabb minősítést olyan esetben kell alkalmazni, amikor a hibás vagy nem megfelelő csomagolás miatt nem tervezett besugárzás következhet be.

## 5. AZ ESEMÉNY HATÁSA A MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEMRE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ENERGETIKAI REAKTOROKRA

Ez a fejezet azokkal az eseményekkel foglalkozik, amelyek nem járnak „*valós következményekkel*”, de a mélységben tagolt védelem egy része sérül. Az **I. melléklet** további magyarázatokkal és hivatkozásokkal szolgál a témában.

Jelen fejezet kifejezetten a teljesítményen üzemelő reaktorokkal kapcsolatos események minősítésére vonatkozik, de ugyanezt kell alkalmazni a meleg leállított állapotban vagy indulási üzemmódban is, mivel a biztonság szempontjából ezen üzemállapotok nagyon hasonlóak a teljesítményüzemhez. Ugyanakkor, ha a reaktor már szubkritikus és lehűtött állapotban van, de a biztonsági rendszerek egy részére továbbra is szükség van a biztonsági funkciók teljesítéséhez, akkor általában több idő áll rendelkezésre a biztonsági funkció ellátására. Leállított állapotban azonban a gátak állapota egészen eltérő lehet (például nyitott primerkör, nyitott konténment). A fentiek alapján az események minősítésére más megközelítés javasolt. A leállított állapotban bekövetkező eseményeket általában a *6. fejezetben* található útmutató alkalmazásával kell minősíteni. Ha egy létesítmény rendelkezik jóváhagyott kezdeti esemény és biztonsági rendszer szempontú biztonsági elemzéssel, akkor az ebben a fejezetben bemutatott kezdeti esemény szempontú megközelítés alkalmazható a létesítményben bekövetkezett esemény minősítésére.

A leszerelés alatt álló létesítményekben bekövetkezett eseményeknél, amikor a reaktorból az üzemanyagot már eltávolították, szintén a *6. fejezetben* leírtakat kell alkalmazni a minősítéshez. Szintúgy a *6. fejezetet* alkalmazzuk a kutatóreaktorokban bekövetkezett események minősítésére is, mivel így

biztosítható a lehetséges legsúlyosabb következmények és a tervezési filozófia figyelembevételével.

Egy létesítményben természetesen több tevékenység is folyhat, amelyeket – az INES-skála szerinti minősítést tekintve – külön kell kezelni. Például a reaktor üzemeltetése, a forrókamrákban folyó munkák és a hulladéktárolás külön tevékenységként kezelendő még akkor is, ha ezen tevékenységek mindegyikét ugyanazon létesítményben folytatják. A forrókamrákkal és a hulladéktárolással kapcsolatos események minősítését is a *6. fejezet* útmutatása szerint kell elvégezni. A kézikönyv jelen fejezete az energetikai reaktorok üzemeltetéséhez kapcsolódó események INES-skála szerinti minősítéséhez ad útmutatást.

A minősítés elve azon alapszik, hogy az esemény milyen valószínűséggel vezethet balesethez. A módszertan nem közvetlenül a valószínűségi alapú technikák alkalmazására épül, hanem azt veszi figyelembe, hogy az egyes biztonsági funkciók, a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek sérültek-e, szükség volt-e a biztonsági rendszerek működésbe lépésére, továbbá hogy a mélységben tagolt védelem milyen további sérülésének kellett volna bekövetkezni ahhoz, hogy az esemény balesethez vezessen. Ezáltal az „*alapminősítést*” a megelőzésre, a helyzet ellenőrzésére és enyhítésére rendelkezésre álló (műszaki és adminisztratív) biztonsági gátak (beleértve a passzív és aktív gátakat is) száma és hatásossága határozza meg.

A kiegészítő tényezők figyelembevételével megfontolható az alapminősítés szintjének módosítása. Ez a módosítás lehetővé teszi az esemény olyan körülményeinek figyelembevételét is, amelyek a létesítmény szervezeti és adminisztratív rendszereinek működésére utalhatnak. A mérlegelendő tényezők a közös okú meghibásodások, a belső szabályozásrendi nem-megfelelőségek és a biztonsági kultúra hiányosságai. Ezen tényezőket az alapminősítés nem feltétlenül veszi figyelembe, ezért vizsgálják a minősítés véglegesítésekor, és mérlegelik az alapminősítés módosítását.

A mélységben tagolt védelemmel foglalkozó további két fejezet az esemény „*legsúlyosabb lehetséges következményeivel*” számoló útmutatást tartalmazza. Ugyanakkor ezt a szempontot nem szükséges figyelembe venni itt, mivel az energetikai reaktor zónaleltára akkora, hogy ha az összes, nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer meghibásodik, akkor INES 5-ös vagy annál magasabb szintű baleset is lehetséges, míg a mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb minősítés csak INES 3-as szintű minősítést tesz lehetővé.

A kézikönyv ezen fejezete két részből áll. Az első rész (*5.1. fejezet*) a reaktorok teljesítményen való üzeme mellett bekövetkező események

alapminősítéséhez nyújt útmutatást („kezdeti esemény megközelítés”). A második rész (5.2 fejezet) az események minősítésének módosításával foglalkozik.

## **5.1. Az alapminősítés meghatározása a biztonsági tartalék hatékonyságának figyelembevételével**

A megközelítés a kezdeti események, a biztonsági funkciók és a biztonsági rendszerek értékelésén alapszik.

A mélységben tagolt védelemre hatással levő esemény általában két formában jelentkezhet:

- (1) Vagy egy kiváltó, kezdeti eseménnyel indul, amely szükségessé teszi az esemény következményeinek kezelésére tervezett biztonsági rendszerek működését, vagy
- (2) Egy vagy több biztonsági rendszer funkciójának teljes vagy részleges sérülésével jár, annak a kezdeti eseménynek a bekövetkezése nélkül, amelyre az adott biztonsági rendszer(ek)e)t tervezték.

Mindkét esetben a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és a biztonsági rendszerek üzemképességi szintje együttesen határozza meg a teljes biztonsági funkció rendelkezésreállási szintjét. Ebből következik, hogy több, nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer és biztonsági rendszer is hozzájárulhat egy adott biztonsági funkció ellátásához. A biztonsági funkció ellátásának szintje az, ami lényeges a minősítés meghatározásakor.

Az első esetben a minősítés attól függ, hogy a biztonsági funkció működőképessége mennyire romlott le, és a bekövetkezett kezdeti eseménynek milyen a várható gyakorisága.

A második esetben nem következik be eltérés a létesítmény normál üzemétől, de a biztonsági funkció ellátásának romlása jelentős következményekhez vezethetett volna, ha azon kezdeti események egyike, amelyekre a meghibásodott biztonsági rendszert tervezték, bekövetkezett volna. Ilyen esetben a minősítés függ:

- A potenciális kezdeti esemény várható gyakoriságától;
- Az adott biztonsági rendszerek üzemképességétől.

Lehetséges, hogy egy adott esemény mindkét módon kategorizálható (lásd 5.1.3 és 5.1.4 fejezeteket, valamint a **II. függelék 35. példáját**).

A mélységben tagolt védelem szerinti minősítés azt értékeli, hogy milyen közel volt a létesítmény a baleset bekövetkezéséhez (azaz bekövetkezett-e a

kezdeti esemény, milyen gyakoriságú a kezdeti esemény és milyen a biztonsági funkciók rendelkezésre állása).

Az alapvető megközelítés az esemény minősítésére a vonatkozó kezdeti események gyakoriságának és az érintett biztonsági funkciók rendelkezésre állásának meghatározása. Két táblázatot alkalmazunk a megfelelő alapminősítés azonosításához (lásd 5.1.3. fejezet **9. táblázata** és az 5.1.4. fejezet **10. táblázata**). A minősítéshez részletes útmutatást adunk az alábbiakban.

#### 5.1.1. *Kiinduló esemény gyakoriságának meghatározása*

A bekövetkezési gyakoriság alapján, az INES-kézikönyv használatához négy kategóriát különböztetünk meg:

- a) *Várható.* Ide tartoznak azok az üzemviteli események, melyek egyszeri vagy többszöri bekövetkezése a létesítmény üzemelési élettartama során várható. (gyakorisága:  $>10^{-2}/\text{év}$ )
- b) *Lehetséges.* Ide azok a várható kiinduló események tartoznak, melyek tervezett gyakorisága a létesítmény üzemelési élettartama során legalább 1%. (gyakorisága:  $10^{-2}/\text{év} > x > 10^{-4}/\text{év}$ ).
- c) *Valószínűtlen.* A létesítmény tervezésénél figyelembe vett kiinduló események, melyek valószínűsége kisebb a fent említettekénél. (gyakorisága:  $<10^{-4}/\text{év}$ )
- d) *Tervezésen túli.* Nagyon kis gyakorisággal előforduló kiinduló események, vagyis olyan balesetek, melyek nem szerepelnek a létesítmény hagyományos biztonsági elemzésében. Amennyiben biztonsági rendszereket telepítenek az ilyen kiinduló események következményeinek csökkentésére, azok nem feltétlenül rendelkeznek ugyanolyan szintű redundanciával és diverzitással, mint a tervezési üzemzavarok ellen felállított biztonsági rendszerek, rendszerelemek. (gyakorisága:  $<10^{-8}/\text{év}$ )

Minden létesítmény rendelkezik saját listával, amelyben meghatározták a kiinduló események körét és bekövetkezési gyakoriságukat. A normál üzem, a várható üzemviteli események és a baleseti körülmények spektruma azonban az alábbi gyakorisági kategóriákba került felosztásra a minősítéshez:

- a) A kiinduló esemény különbözhet az eseményt elindító kiváltó októl, másrésztől számos különböző lefutású esemény csoportosítható egy kiinduló esemény elnevezése alatt.



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

- b) Számos eseménynél egynél több kiinduló eseményt lehet figyelembe venni, amelyek mindegyike más minősítést eredményez. Az esemény minősítési szintje az lesz, amely az egyes kiinduló eseményekhez kapcsolt minősítési szintek közül a legmagasabb.

### 5.1.2. Biztonsági funkció működőképessége

A létesítmények megfelelő nukleáris biztonsági szintjének elérése érdekében az alábbi három, alapvető biztonsági funkciót teljesítik:

- a) álljanak rendelkezésre eszközök a reaktor biztonságos leállítására, és biztonságos leállított állapotban tartására, a várható üzemi események és a tervezési üzemzavari állapotok során és azokat követően
- a1) semmilyen körülmények között nem engedhető meg, hogy az átmeneti tárolóba helyezett üzemanyag-kazettákban láncreakció induljon meg,
- b) álljanak rendelkezésre eszközök a remanens hő elszállítására a reaktorleállítást követően, beleértve a várható üzemi eseményeket és tervezési üzemzavari állapotokat is,
- b1) a kiégett üzemanyagban felszabaduló remanens hő elvezetését megbízhatóan meg kell oldani,
- c) álljanak rendelkezésre eszközök a radioaktív anyagok kibocsátásának csökkentésére és annak biztosítására, hogy bármely kibocsátás az előírt határérték alatt maradjon a várható üzemi események, tervezési üzemzavari állapotok és baleset során,
- c1) a kiégett üzemanyagtól mint sugárforrástól a személyzetet és a tároló környezetében élő lakosságot meg kell óvni, továbbá az üzemanyag-kazettákban található radioaktív anyag kiszabadulását meg kell akadályozni.

Ezen funkciók teljesülését passzív rendszerek (mint pl. fizikai gátak) és aktív rendszerek (mint pl. a reaktorvédelmi rendszer) biztosítják. Egy adott biztonsági funkció teljesítéséhez több biztonsági rendszer is hozzájárulhat, és így a funkció egy rendszer üzemképtelensége esetén is biztosított lehet. Ezzel megegyezően egy adott biztonsági funkció biztosításához szükség van a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerekre is, úgymint villamos betáplálásra, hűtésre, a műszerek betáplálására stb. Fontos, hogy az események minősítésénél ne egy adott rendszer, hanem a biztonsági funkció működőképességét vegyük figyelembe. Egy rendszert vagy egy rendszer elemet akkor tekintünk működőképesnek, ha képes a tervezett funkcióját a Végleges Biztonsági Jelentésben (továbbiakban: VBJ) és a

szabályzó dokumentumokban meghatározott követelményeknek megfelelően ellátni.

Minden egyes biztonsági rendszer üzemképességét az ÜFK-ban rögzített üzemeltetési korlátok és feltételek szabják meg. További magyarázatot lehet találni a **III. melléklet**ben.

Egy adott kiinduló eseményhez kapcsolódó biztonsági funkció rendelkezésre állása bizonyos határok között mozog, kezdve attól az állapottól, ahol az adott funkció teljesítésére szolgáló biztonsági rendszerek elsődleges és másodlagos rendszerelemei teljesen üzemképesek, addig az állapotig, ahol az üzemképesség nem elegendő a teljesítendő biztonsági funkció szempontjából. Az esemény minősítési keretének biztosítása céljából négy üzemképességi szintet veszünk figyelembe.

### **A. Teljes**

Az adott kiinduló esemény kezelésére, az esemény következményeinek korlátozására szolgáló, a tervben megadott összes, a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer és biztonsági rendszer, rendszerelem is teljesen üzemképes (a redundancia/diverzitás rendelkezésre áll).

### **B. Az ÜFK által megkövetelt minimum**

Ez a szint az ÜFK-ban meghatározott, a szükséges biztonsági funkció teljesülését biztosító, a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer és a biztonsági rendszerek minimális üzemképességét jelenti, amely az adott üzemállapotra megengedett, még ha korlátozott időre is. Ez a szint általában megfelel a különböző biztonsági rendszerek azon minimális üzemképességének, amely mellett a biztonsági funkció teljesülése a nukleáris létesítmény tervezésénél figyelembe vett összes kiinduló eseménynél biztosítható. Bizonyos kiinduló eseményeknél azonban még így is rendelkezésre állhat redundancia és diverzitás.

### **C. Megfelelő**

A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és a biztonsági rendszerek azon üzemképességi szintje, amely elegendő a figyelembe vett kiinduló esemény által érintett biztonsági funkció teljesüléséhez. Egyes biztonsági rendszereknél ez alacsonyabb lehet az ÜFK által megkövetelt üzemképességi szintnél. Ilyen eset lehet például, ha egy adott kiinduló eseményhez szükséges biztonsági funkció biztosítására különböző vagy redundáns biztonsági rendszerek állnak rendelkezésre, vagy ha egy adott biztonsági funkció biztosítására tervezett összes biztonsági rendszer olyan rövid időre válik üzemképtelenné, hogy a biztonsági funkció más eszközökkel még biztosítható. (Pl. az „üzemanyag hűtése” biztonsági funkció egy rövid

idejű, teljes nukleáris létesítményi feszültségkimaradás esetén még biztosítható.)

#### **D. Nem megfelelő**

A nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és a biztonsági rendszerek csökkent üzemképessége olyan mértékű, hogy nem biztosíthatja a figyelembe vett kiinduló esemény által érintett biztonsági funkció teljesítését. Ez esetben az ÜFK előírásai bizonyosan nem teljesülnek.

#### *5.1.3. Esemény valós kiinduló eseménnyel*

Az alapminősítéshez első lépésként meghatározzuk, hogy történt-e valós, a biztonsági rendszerek működésbe lépését kiváltó kiinduló esemény. Ha igen, akkor az *5.1.3.1. fejezet 9. táblázata* szerint, ha nem történt ilyen esemény, akkor az *5.1.4. fejezet 10. táblázata* szerint járunk el. Előfordulhat olyan esemény is, amely során egy, az esemény kezeléséhez nem szükséges biztonsági funkció csökkent működőképességére derül fény, ekkor mind a két fejezetben leírtakat alkalmazzuk. Például történhet egy reaktorvédelmi működés egyidejű feszültségkiesés nélkül, ugyanakkor az egyik dízelgenerátor üzemképtelenné válik. Olyan események, mint például a potenciális meghibásodások (pl. szerkezeti hiba felfedezése) minősítésére az *5.1.5. fejezetben* leírtakat alkalmazzuk.

##### *5.1.3.1. Az alapminősítés megállapítása*

Az első lépésben meghatározzuk a ténylegesen vagy potenciálisan bekövetkezett kezdeti esemény feltételezett gyakoriságát.

A második lépésben a kiinduló esemény által igényelt biztonsági funkció működőképességét határozzuk meg. Fontos, hogy valóban csak a kiinduló esemény által igényelt biztonsági funkciót vegyük figyelembe. Amennyiben más biztonsági rendszerrel történik funkciócsökkenés, akkor az azt igénylő kiinduló esemény gyakoriságának megfelelően az *5.1.4. fejezet* szerint minősítjük. Amikor meghatározzuk az ÜFK szerinti működőképességet, akkor az esemény előtti működőképességi állapotot vesszük figyelembe, nem pedig az esemény alattit.

Ha a működőképesség az ÜFK előírásain belül marad, de éppen csak megfelelőnek minősíthető, akkor az *5.1.3.1. fejezet 9. táblázat „C”* sorát vesszük figyelembe.

Az esemény minősítését az *5.1.3.1. fejezet 9. táblázata* segítségével határozzuk meg. Ahol a táblázat választási lehetőséget ad, a helyes értéket az adott kiinduló esemény szempontjából figyelembe vehető, megmaradt redundancia és/vagy diverzitás függvényében választjuk meg. Ha a biztonsági

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

funkció működőképessége éppen csak megfelelő (további romlása baleset kialakulásához vezethetne), a minősítést INES 3-as szint lesz. A táblázat „B” cellájában az alacsonyabb értéket választjuk, ha még számottevő redundancia és/vagy diverzitás áll rendelkezésre. További, a minősítést segítő, enyhítő vagy súlyosbító tényezőként vehető figyelembe a kiinduló esemény lehetséges nukleáris biztonsági következménye.

**9. TÁBLÁZAT: SÚLYOSSÁG SZERINTI MINŐSÍTÉSI KRITÉRIUMOK A  
TÖBBSZINTŰ VÉDELEM CSÖKKENÉSEKOR, KIINDULÓ ESEMÉNY  
BEKÖVETKEZÉSE ESETÉN**

Biztonsági funkció rendelkezésre állása		Kiinduló esemény gyakorisága/valószínűsége		
		(1) Magas / várható	(2) Közepes / lehetséges	(3) Kicsi / valószínűtlen
A	Teljes	0	1	2
B	Az üzemeltetési feltételeken és korlátokon belül	1/2	2/3	2/3
C	Megfelelő	2/3	2/3	2/3
D	Nem megfelelő	3+	3+	3+

A tervezésen túli üzemzavarokat nem veszi speciálisan figyelembe a táblázat. Ilyen kiváltó esemény bekövetkezése esetén a védelmet biztosító rendszerek redundanciájától függően az INES 2-es vagy az INES 3-as szintre való minősítés a megfelelő a mélységben tagolt védelem kritériumai alapján

A táblázat alkalmazható külső és belső környezeti hatások, tűz, robbanás, tornádó, földrengés, elárasztás stb minősítésére is. Az ilyen események önmagukban nem vehetők figyelembe kiinduló eseményként, azonban hatásuk a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerekre, a biztonsági rendszerekre, valamint a párhuzamosan bekövetkező, kiinduló eseménynek tekinthető üzemzavarokra már értékelhetők.

#### 5.1.4. Esemény valós kiinduló esemény nélkül

Az első lépésben meghatározzuk a biztonsági funkció működőképességét. A gyakorlati tapasztalat szerint a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és a biztonsági rendszerek vagy rendszerelemek állapota nem mindig ítélnél meg tisztán a négy kategória alapján. Az üzemképesség, ha nem teljes, még nem jelenti azt, hogy az ÜFK-ban előírt minimális működőképességi feltételek sem teljesülnek. Lehet például egy rendszer rendelkezésre állása teljes, de ugyanakkor a hiányzó működési feltételek miatt leromlott funkcióképességűnek tekintik. Ilyen esetekben az ÜFK-tól eltérően a táblázatnak megfelelő, lehetséges minősítési tartományt állapítanak meg. Ha az üzemképesség csak megfelelő, de az állapot az ÜFK korlátozásain belüli, a minősítési kategória meghatározásához a **10. táblázat** „B” sorát alkalmazzuk.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

A második lépésben meghatározzuk az érintett biztonsági funkciót igénylő kiinduló esemény gyakoriságát. Ha több mint egy ilyen esemény létezik, azt választjuk, amelyikhez a magasabb minősítési érték tartozik. A különböző veszélyhelyzetek ellen védelmet nyújtó speciális rendszerek esetén a veszélyhelyzetet tekintjük kiinduló eseménynek.

Ha választási lehetőségünk van, a kiinduló esemény szempontjából maradó redundancia és/vagy diverzitás mérlegelése alapján választunk. Amennyiben a biztonsági rendszer elemek próbájának ciklusához mérten az üzemképtelenség ideje igen rövid volt, ezt enyhítő körülményként értékeljük.

**10. TÁBLÁZAT: SÚLYOSSÁG SZERINTI MINŐSÍTÉSI KRITÉRIUMOK A TÖBBSZINTŰ VÉDELEM CSÖKKENÉSEKOR, KIINDULÓ ESEMÉNY HIÁNYA ESETÉN**

Biztonsági funkció rendelkezésre állása		Kiinduló esemény gyakorisága/valószínűsége		
		1 Magas / várható	2 Közepes / lehetséges	3 Kicsi / valószínűtlen
A	Teljes	0	0	0
B	Az üzemeltetési feltételeken és korlátokon belül	0	0	0
C	Megfelelő	1/2	1	1
D	Nem megfelelő	3	2	1

A tervezésen túli kiinduló eseményeket nem tartalmazza a **10. táblázat**. Ha az érintett biztonsági funkció működőképessége kisebb, mint az ÜFK-ban minimálisan megkövetelt, az INES 1-es szintű minősítés a megfelelő. Abban az esetben, ha az érintett biztonsági funkció működőképessége nagyobb, mint az ÜFK-ban minimálisan megkövetelt, vagy az ÜFK nem tartalmaz korlátozást a rendszer üzemképességére vonatkozóan, az INES 0 szintű minősítés a legmegfelelőbb.

#### 5.1.5. Potenciális események (beleértve a szerkezeti hibákat is)

Néhány esemény önmagában még nem jelent kihívást a biztonsági funkciókra, de a kihívás megnövekedett valószínűségét jelenti. Ilyenek lehetnek például a felfedezett szerkezeti hibák, az operátori beavatkozással megszüntetett szivárgás vagy a folyamatellenőrző rendszerben felfedezett hibák. Az ilyen események minősítésének módszerét az alábbiakban ismertetjük.

A felügyeleti program célja a szerkezeti hibák felismerése azt megelőzően, hogy azok mérete az elfogadható szint fölé nő. Ha a hiba a mérethatáron belül van, akkor az INES 0-ás szintű minősítés a megfelelő. Ha a hiba nagyobb a felügyeleti programban elvárnál, akkor a hiba minősítéséhez két tényezőt vesznek figyelembe.

Először, a hibás berendezés biztonsági jelentőségének meghatározásakor tegyük fel, hogy a hiba a berendezést üzemképtelenné tette, és alkalmazzuk az 5.1.3. vagy az 5.1.4. fejezetek vonatkozó részét. Ha a meghibásodás egy biztonsági rendszerben lépett fel, akkor az 5.1.4. fejezetben leírtak alkalmazásával kapjuk az alapminősítés értékét. A közös okú hiba lehetőségét is mérlegelni kell. Ha a hiba olyan berendezésben lépett fel, amelynek a kiesése kezdeti eseményt jelentene, akkor az 5.1.3. fejezet adja meg az alapminősítés értékét. Az ilyen módon megállapított potenciális minősítés módosítható a berendezés-meghibásodás bekövetkezése valószínűségének függvényében, valamint az 5.2. fejezetben szereplő kiegészítő tényezők figyelembevételével.

#### 5.1.6. Skála alatti, azaz INES 0. szintre minősített események

Általában az eseményeket az INES 0 szintre minősítik, kivéve, ha a fent leírt eljárások alkalmazásával nem kapunk magasabb minősítést. Azonban, ha az 5.2. fejezetben szereplő kiegészítő tényezők egyike sem alkalmazható, akkor az alábbi eseménytípusok jellemzően az INES 0 szintre minősíthetők:

- a) Reaktor-vészleállítás normális lefolyással;
- b) Biztonsági rendszerek téves működése<sup>10</sup>, azt követően visszatérés a normálüzembe, ami nem befolyásolja a létesítmény biztonságát;
- c) A gátak nem sérültek jelentős mértékben (a folyás mértéke ÜFK-n belüli);
- d) Egyszeres meghibásodás vagy berendezés-üzemképtelenség egy redundáns rendszerben, amit ütemezett időszakos ellenőrzés vagy teszt során fedeztek fel.

## 5.2. Kiegészítő tényezők figyelembevétele

A biztonsági funkciókat ellátó biztonsági rendszerek nagy megbízhatósággal rendelkeznek, felépítésük redundanciát és néha diverzitást biztosít.

---

<sup>10</sup> Téves működés ebben az értelemben egy biztonsági rendszer üzembe lépését jelenti egy irányítástechnikai rendszer hibás működésének, műszerelállítódásnak vagy egy emberi hibának a következményeként. Azonban ha egy biztonsági rendszer fizikai paraméterváltozásra azért lép működésbe, mert az erőmű más részén szándékolatlan beavatkozás történt, akkor az nem tekinthető egy biztonsági rendszer téves üzembelépésének.

Különleges események mindazonáltal igényelhetik egyidejűleg a többszintű védelem különböző szintjeinek beavatkozását.

A többszintű védelmet, illetve annak legalább egy részét veszélyeztethető fő kiegészítő tényezők a következők:

- a) közös okú meghibásodások,
- b) belső szabályozási hiányosságok,
- c) a biztonsági kultúra hiányosságai.

Ezekkel a tényezőkkel egyes események INES 1 kategóriába minősíthetők, akkor is, ha egyébként az esemény önmagában nem jelentős.

A kiegészítő tényezők használatakor a következőket fontolják meg:

- a) Amennyiben a kiegészítő tényezőt az alapminősítés során már figyelembe vettük, akkor kiegészítő tényezőként még egyszer, külön nem szabad a minősítéshez használni. A kiegészítő tényezők segítségével csak egy szinttel növelhető a minősítés értéke, még akkor is, ha több kiegészítő tényezőt lehet az adott eseményhez figyelembe venni.
- b) Abban az esetben, ha több kiegészítő tényező is figyelembe vehető az adott eseménynél, az INES-minősítést eggyel magasabb értékre állapítják meg, függetlenül az enyhítő körülményektől.
- c) Az esemény minősítése semmilyen körülmények között sem haladhatja meg a 3-as szintet, illetve ez a felső korlát mélységi védelem elve mentén történő minősítés esetében csak akkor alkalmazható, ha más esemény nem történt (sem várható kiinduló esemény, sem egyéb berendezési hiba), különben már balesetről beszélünk.

### 5.2.1. *A minősítésnél figyelembe vehető súlyosbító tényezők*

#### 5.2.1.1. Közös okú meghibásodások

A közös okú hibák olyan hibák, melyek azonos hatás okán egyszerre fordulnak, vagy fordulhatnak elő, eseményt okozva. A közös módusú hibákkal rokon fogalom. Ugyanakkor különböző abból a szempontból, hogy azonos okú hiba terhelhet teljesen különböző berendezéseket, alkatrészeket is. Példaként itt is lehet említeni a külső hatásokat (természeti jelenségek, belső elárasztás, több berendezést érintő operátori hiba (mellényúlás), azonos gyártó, hasonló berendezés).

Röviden azt jelenti, hogy ugyanazon hatás okozta a hibát, de természetesen eltérő jellegű lehet maga a meghibásodás. Tehát a közös okú meghibásodás alatt azt értjük, hogy egyszerre több berendezés, eszköz vagy komponens egy bizonyos esemény vagy ok miatt nem teljesíti funkcióját: különösen akkor, ha



ez a meghibásodás az ugyanazon biztonsági funkció teljesítésére szolgáló redundáns komponensek vagy eszközök meghibásodását okozhatja. Ez azt jelentheti, hogy emiatt az egész biztonsági funkció megbízhatósága sokkal alacsonyabb lehet az elvártnál. Ennek következtében az egy vagy több komponenst érintő, közös okú meghibásodást feltáró esemény súlyossága nagyobb, mint az ugyanazon komponenseket érintő véletlen hiba: ez az INES-skálán egy szinttel történő feljebb minősítést eredményezhet. A minősítés elvégzésekor minden esetben fontos, hogy a közös okra visszavezethető hibát kétszer ne vegyük figyelembe (egyszer az adott **9. és 10. táblázat** sorának megállapításakor, egyszer súlyosbító körülményként). Enyhítő tényezőként mérlegelhető, ha az adott rendszer elem rendelkezik diverz párral, vagy az adott biztonsági funkció teljesíthető más rendszerrel, rendszerellelemmel.

Meg kell fontolni a minősítés egy szinttel történő emelését azoknál az eseményeknél, amelyek a rendszerek üzemeltetési problémáihoz vezetnek, vagy vezethetnek hiányzó vagy félrevezető információk miatt.

#### 5.2.1.2. Belső-szabályozásbéli nem-megfelelőségek

A mélységben tagolt védelem több szintje, a nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek és biztonsági rendszerek, rendszerlemek válhatnak egyidejűleg érintetté a nem megfelelő előírások miatt. Ezért az ilyen hiányosságok szintén okot adhatnak az esemény minősítésének meghatározásakor a feljebb minősítésre, mint például az alábbi esetekben:

- a) Az adott írásos utasítás pontról pontra történő végrehajtása eseményt eredményezett vagy eredményezhetett volna.
- b) Nincs előírás az adott tevékenység végrehajtásának szabályozására.
- c) Több utasítás rendelkezik az adott tevékenységről, de nem azonos módon.

#### 5.2.1.3. A biztonsági kultúra hiányosságait jelző események

A biztonsági kultúra az NBSZ 10-es kötet meghatározása szerint „*A szervezetekben, valamint az egyéneknél meglévő azon jellemző vonások és viselkedésmódok olyan összessége, amely a biztonsággal kapcsolatos kérdések mindenek feletti elsőbbségét és jelentőségüknek megfelelő kezelését biztosítja.*” A helyes biztonsági kultúra elősegíti az üzemzavarok megelőzését, a biztonsági kultúra hiánya azonban azt eredményezheti, hogy a személyzet nem a tervezés feltételezései szerint teljesíti feladatait. A biztonsági kultúrát ezért a mélységben tagolt védelem részének tekintik. Ebből következik, hogy a biztonsági kultúra valamely hiányossága indokolhatja egy esemény minősítésének egy szinttel történő emelését.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

A biztonsági kultúra hiányossága miatti feljebb minősítéshez az eseményt az általános biztonsági kultúra valamely hiányosságát valóban jelző eseménynek tekintik.

Ilyen jellegű események például az alábbiak:

- a) az ÜFK megsértése, és/vagy nukleáris biztonságot érintő belső szabályozás megalapozatlan megsértése. (Az ÜFK előírásainak értelmezéséről további információ a **III. melléklet**ben található.)
- b) a minőségirányítási folyamat jelentős hiányossága;
- c) sorozatos és/vagy ismétlődő emberi hibák;
- d) a radioaktív anyagok, beleértve a környezeti kibocsátások megfelelő ellenőrzésének elmulasztása, illetve a dózisellenőrzési rendszer hibája;
- e) ismétlődő esemény, ami azt jelzi, hogy az esemény első bekövetkezését követően elmulasztották a tanulságok levonását, vagy a javító intézkedéseket nem, vagy késve hajtották végre;
- f) A Műszaki Üzemeltetési Szabályzatnak (továbbiakban MÜSZ) nem megfelelő üzemállapot a próba periódusát meghaladó ideig áll fenn anélkül, hogy a személyzet észlelné.

### 5.2.2. A minősítésnél figyelembe vehető enyhítő körülmények

- a) Minden súlyosbító tényező esetén mérlegelik a potenciális biztonsági következményeket.
- b) Az ismétlődő két esemény között olyan rövid idő telt el, hogy érdemi intézkedések végrehajtása nem lehetséges, vagy az ismétlődés kockázata viselhető mértékű, ezért beavatkozás, a ráfordítás mérlegelése mellett nem szükséges.
- c) A biztonsági rendszer, rendszerelem üzemképtelenségi ideje igen rövid volt a tesztelési ciklusához képest.
- d) Az előírásértés fennállása igen rövid idejű volt (néhány perc/óra). Ebben az esetben mindig mérlegelik, hogy az előírásértés milyen biztonsági következményekkel járt, illetve járhatott volna. Amennyiben az adott előírás megsértése elhanyagolható biztonsági kockázattal járt, akkor az INES-minősítés szintjének emelése indokolatlan.

## **6. EGYES LÉTESÍTMÉNYEK BEN BEKÖVETKEZETT ESEMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE A MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEM SZEMPONTJÁBÓL**

Ez a fejezet olyan események INES-minősítésével foglalkozik, amelyeknek nincsenek tényleges következményei, de egyes biztonsági gátak sérülnek. A többszörös (adminisztratív és műszaki, aktív és passzív) gátak tudatos alkalmazását „*mélységben tagolt védelem*”-nek nevezzük.

A jelen fejezetben található útmutató az üzemanyaggal dolgozó létesítményekben (beleértve a teljes gyártási folyamatot: a bányászattól kezdődően, egészen a végleges elhelyezésig – pl. uránbánya, üzemanyag-előállító-, fűtőelem-gyártó-, reprocesszáló üzem), a kutatóreaktorokban és a gyorsítókban (pl. lineáris gyorsítók és ciklotronok) bekövetkező összes eseményre, valamint a radioaktív izotópok gyártásával és szétosztásával foglalkozó vagy 1. kategóriás radioaktív sugárforrásokat alkalmazó létesítmények biztonságát szavatoló megoldásainak sérülését okozó eseményeire vonatkozik. Ezen kívül számos, atomerőművi telephelyen bekövetkező eseményre is alkalmazható. Míg az *5. fejezet* üzemelő energetikai reaktorokban bekövetkező események INES-minősítéséhez adott útmutatást, addig ez a fejezet az atomerőmű telephelyén bekövetkező egyéb események biztonsági jelentőségének megítélésére alkalmazható. Olyan eseményeket is képes értékelni, amelyek leállított vagy leszerelés alatt álló blokk mellett következnek be, függetlenül attól, hogy van-e még üzemanyag a telephelyen, továbbá más, például hulladéktárolóban vagy karbantartó létesítményekben bekövetkező eseményeket is. Az értékelés a biztonsági gátak állapotának értékelése alapján történik.

A mélységben tagolt védelem elemei (pl. rezesek, hűtőrendszerek, fizikai gátak) minden radioaktív anyaggal dolgozó létesítményben megtalálhatóak. Céljuk a lakosság és a munkavállalók védelme. Olyan eszközöket tartalmaznak, melyek megakadályozzák a radioaktív anyagok ellenőrizetlen kibocsátását. A mélységben tagolt védelem koncepciójáról az **I. melléklet** ad háttérinformációt.

Ez a fejezet három fő részre oszlik. Az első rész (*6.1. fejezet*) megadja a mélységben tagolt védelem szempontjából végzendő eseményminősítés általános elveit. Mivel több típusú létesítmény és esemény tartozik a terjedelmébe, ezért ezek az alapelvek nagyon általánosak. Annak biztosítása érdekében, hogy az alapelveket következetes módon alkalmazzák, a *6.2. fejezet* ad részletes útmutatást, magába foglalva az események minősítésének emelésével összefüggő útmutatást is. A *6.3. fejezet* specifikus útmutatást tartalmaz bizonyos eseménytípusokra.

## 6.1. Események minősítésének általános elvei

Az INES-skála három szintet különböztet meg a mélységben tagolt védelemre gyakorolt hatás szempontjából. A legsúlyosabb lehetséges következmények egyes létesítmények vagy alkalmazások során azonban – még az összes biztonsági gát sérülése esetén is – a radioaktív anyagok leltára és a kikerülési folyamat miatt korlátozott. Az ilyen, korlátozott következményekkel járó események legmagasabb szintre való minősítése a (a mélységben tagolt védelem szempontjából) helytelen lenne. Ha a legsúlyosabb lehetséges következmények az atomenergia egy adott alkalmazása kapcsán semmiképpen sem minősíthetők az INES-skála 4. szintjénél magasabbra, akkor az INES 2-es szint a legmagasabb minősítés a mélységben tagolt védelem elve alapján. Hasonlóan, ha a legsúlyosabb lehetséges következményeket nem lehet az INES-skála 2. szintjénél magasabbra minősíteni, akkor a legmagasabb minősítés a mélységben tagolt védelem szerint az INES 1-es szint lehet. Egy létesítményen belül különböző tevékenységek lehetségesek, és ebből a szempontból ezeket a különböző tevékenységeket egymástól függetlenül kell figyelembe venni. Például a hulladéktárolást és a reprocesszálást külön tevékenységekként kell kezelni, még akkor is, ha egy létesítményen belül valósítják meg azokat.

A mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb minősítési szint meghatározása során figyelembe kell venni, hogy mely biztonsági gátak nem sérültek. (Azaz, hogy a biztonsági gátak milyen további sérülése vezethet az alkalmazással/tevékenységgel járó legsúlyosabb lehetséges következmények kialakulásához.) Ennek érdekében a megelőzés, az ellenőrzés és a beavatkozás műszaki és adminisztratív rendszereit is figyelembe kell venni, beleértve a passzív és aktív gátakat. A minősítési folyamat annak értékelésén alapul, hogy az esemény mekkora valószínűséggel vezet balesethez. Ehhez nem használunk közvetlenül valószínűségi módszereket, hanem azt vesszük figyelembe, hogy a biztonsági gátak milyen további sérülése vezethet egy baleset bekövetkezéséhez.

A fentiek alapján az alapminősítést a legsúlyosabb lehetséges következmények és a rendelkezésre álló biztonsági gátak számának és hatékonyságának figyelembevételével kell meghatározni.

A kiegészítő tényezők értékelésével az alapminősítés módosításának lehetőségét is meg kell vizsgálni. A módosítás olyan esetekben lehetséges, amikor az esemény a létesítmény üzemének komolyabb romlását, vagy a létesítmény működési rendszerének súlyos problémáit jelzi. A figyelembe veendő tényezők a közös okú meghibásodás, belső szabályozási hiányosságok és a biztonsági kultúra problémái. Ezek a kiegészítő tényezők

az alapminősítésnél nincsenek figyelembe véve, és azt jelezhetik, hogy az esemény mélységben tagolt védelem szerinti súlyossága jelentősebb, mint azt az alapminősítési folyamatnál feltételezték. Ennek megfelelően az esemény valós jelentőségéről való tájékoztatás érdekében a minősítés egy szinttel történő emelése megfontolandó.

Az alábbi lépéseket kell követni egy esemény minősítésekor:

(1) A legsúlyosabb lehetséges következmények figyelembevételével meghatározzuk a mélységben tagolt védelem szerinti minősítés legmagasabb szintjét (a legmagasabb lehetséges minősítést a 2. és 3. *fejezet* kritériumai alapján lehet meghatározni). A legsúlyosabb lehetséges következmények megállapításához további útmutatást ad a 6.2.1. *fejezet*.

(2) Ezt követően a működőképes (műszaki és adminisztratív) biztonsági gátak számának és hatékonyságának figyelembevételével meghatározzuk az alapminősítést. A biztonsági gátak számának és hatékonyságának meghatározásához figyelembe vesszük a megfelelő javítóintézkedések meghatározásához, végrehajtásához rendelkezésre álló és szükséges időt. A biztonsági gátak értékelésére további útmutatást ad a 6.2.2. *fejezet*. A végső minősítés meghatározásához megvizsgáljuk, hogy a kiegészítő tényezők indokolják-e a módosítást (lásd 6.2.4. *fejezet*). Figyeljünk arra, hogy minden esetben a végső minősítési szint az (1) pontban meghatározott legmagasabb szint alatt maradjon.

Fontos hangsúlyozni, hogy az eseményeknek a mélységben tagolt védelem szerinti értékelése mellett minden egyes eseményt a 2. és 3. *fejezet* kritériumai szerint is értékeljünk!

## **6.2. Az események minősítésének részletes útmutatója**

### *6.2.1. A legsúlyosabb lehetséges következmények meghatározása*

A fentiekben leírtak alapján az INES-skála szerint minősíthető események széles skálán mozognak a radioaktív anyagok mennyisége és az események időrendje szempontjából. A minősítési folyamat három kategóriát különböztet meg a legsúlyosabb lehetséges következmények szempontjából: INES 5-7. szint, INES 3-4. szint és INES 1-2. szint.

A legsúlyosabb lehetséges következmények INES-minősítési szintjének értékeléséhez az alábbi általános elveket vesszük figyelembe:

Az egyes telephelyeken több létesítmény is lehet, amelyekben különböző tevékenységeket folytathatnak. Emiatt a legsúlyosabb lehetséges következmény minősítésénél figyelembe vesszük azon létesítménytípus sajátosságait, ahol az esemény bekövetkezett, továbbá az esemény

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

időpontjában végzett műveletek jellemzőit is. A legsúlyosabb lehetséges következmények nem esemény-specifikusak, hanem azokat a létesítményben folyó műveletek határozzák meg.

Figyelembe vesszük az esemény kapcsán lehetségesen érintett radioaktív anyagleltárt, az anyag fizikai és kémiai tulajdonságait és a lehetséges kikerülési, kibocsátási folyamatokat.

Az értékeléskor nem szabad csak a létesítmény biztonsági elemzésekor figyelembe vett forgatókönyvekre koncentrálni, hanem azokat a potenciális baleseteket vesszük figyelembe, melyek esetén az eseménnyel összefüggő összes biztonsági gát hatástalan.

A munkavállalók besugárzásával kapcsolatos hatás vizsgálatok a legsúlyosabb lehetséges következményeknek a legnagyobb dózist elszennvedő személy besugárzásán kell alapulniuk, mivel nagyon valószínűtlen, hogy több dolgozó is a legmagasabb hihető szintű besugárzást szenvedné el.

A fenti alapelveket az alábbi példák illusztrálják:

(1) A nem kiszolgálható (vagy korlátozottan kiszolgálható) helyiségekben elszennvedett besugárzással együtt járó események esetén a legsúlyosabb lehetséges következmény valószínűleg a dolgozó nem tervezett besugárzása. Ha a sugárzási szintek – enyhítő intézkedések hiányában – elegendően magasak ahhoz, hogy determinisztikus hatásokat vagy halált okozzanak a helyiségbe való belépéskor, akkor a legsúlyosabb lehetséges következmények INES 3 vagy INES 4 szintűek (a 2.3. fejezetben leírt személyi dóziskritériumok alapján).

(2) A kisebb hőteljesítményű (hőteljesítmény  $\leq 1$  MW) kutatóreaktorokban bekövetkező események során ugyan lehetséges a zónaleltár jelentős részének kikerülését okozó folyamat (kritikussági események vagy az üzemanyag hűtésének elvesztése), a teljes zónaleltár nagysága miatt azonban a legsúlyosabb lehetséges következmények minősítése, még az összes biztonsági gát sérülése esetén sem lehet magasabb, mint az INES 4-es szint.

(3) Leállított energetikai reaktorok esetén – tekintettel a zónaleltár nagyságára és a zónaleltár jelentős részének kikerülését okozó folyamatokra (hűtés elvesztése vagy kritikussági esemény) – ha az összes, nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszer és biztonsági rendszer meghibásodik, a legsúlyosabb lehetséges következmények elérhetik az INES 7-es szintet.

(4) Reprocesszáló létesítmények és más, plutóniumizotópokat feldolgozó létesítmények esetén – tekintettel a zónaleltár nagyságára és a zónaleltár jelentős részének kikerülését okozó folyamatokra (hűtés elvesztése vagy kritikussági esemény) – ha az összes biztonsági gát sérül, a legsúlyosabb lehetséges következmények elérhetik az INES 7-es szintet.

(5) Üzemanyaggyártó és -dúsító létesítményekben a kikerülésnek kémiai, biztonsági és sugár biztonsági okai lehetnek. Fontos hangsúlyozni, hogy a fluor és az urán toxicitása miatti vegyi kockázat lényegesen magasabb, mint a radiológiai kockázat. Az INES-skála azonban csak a radiológiai veszély értékelésével foglalkozik. Így az INES 4-es minősítési szintet meghaladó következmény nem lehetséges.

(6) Gyorsítók esetén a legsúlyosabb lehetséges következmény személy(ek) nem tervezett besugárzása. Ha a sugárzási szintek kellően magasak ahhoz, hogy determinisztikus hatásuk legyen, vagy halált okozzanak, akkor a legsúlyosabb lehetséges következmények az INES 3-as vagy INES 4-es szintre minősíthetők (a 2.3. fejezet szerinti személyi dóziskritériumok alapján).

(7) Besugárzók esetén a legtöbb esemény a nem tervezett sugárdózisokkal kapcsolatos. Ha a sugárzási szintek az összes, biztonságot szavatoló megoldás hatástalansága esetén kellően magasak ahhoz, hogy determinisztikus következményük legyen, vagy halált okozzanak, akkor a legsúlyosabb minősítési szint az INES 3-as, vagy INES 4-es (a 2.3. fejezet szerinti személyi dóziskritériumok alapján). 1. kategóriába tartozó sugárforrásokat kezelő létesítmények esetén, ahol biztonsági rendszerek (pl. tűzvédelmi rendszerek) akadályozzák meg a radioaktív anyagok terjedését, a kibocsátás járhat az INES 5-ös szintre minősített legsúlyosabb következményekkel.

## 6.2.2. Biztonsági gátak számának meghatározása

### 6.2.2.1. Biztonsági gátak azonosítása

Nagyon sokféle biztonsági gátat alkalmaznak a jelen fejezet terjedelmébe tartozó különböző létesítményekben. Ezek lehetnek fizikai gátak, irányítástechnikai rendszereken alapuló reteszműködések, aktív rendszerek (mint a hűtő- vagy befecskendezőrendszerek), adminisztratív szabályozások vagy az üzemeltető személyzet által, a figyelmeztető jelzések alapján végzett tevékenységek. A biztonsági gátak ezen széles körét figyelembe vevő eseményminősítési módszertan a biztonsági gátakat különálló és független biztonsági gátakként csoportosítja. Ilyen estre példa lehet, ha két független irányítástechnikai jel együttes fellépése egy reteszműködést idéz elő: ebben az esetben a két független jel és a retesz(feltétel) együttesen tekintendő egy

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

biztonsági gátnak. Másik példaként említhető két olyan szivattyú, amelyek a hűtést egymástól független módon, egymás 100%-os tartalékaként képesek biztosítani. Ebben az esetben a két szivattyút mint két külön biztonsági gátat kell figyelembe venni, kivéve, ha van nekik közös, nem redundáns segédrendszerük.

A biztonsági gátak számának meghatározásakor győződjünk meg arról, hogy a több, függetlennek tekintett műszaki elem hatékonyságát nem csökkenti-e egy közös segédrendszer, vagy az üzemeltető személyzetnek olyan intézkedése, amely az összes redundáns rendszerelemet érinti. Ilyen esetekben előfordulhat, hogy a fenti gátak csak egy hatékony biztonsági gátként vehetők figyelembe.

Az adminisztratív szabályzók mint biztonsági gátak figyelembevételkor ellenőrizni kell, hogy az egyes belső szabályozások függetlenek-e egymástól, és hogy kellően megbízhatóak-e ahhoz, hogy külön biztonsági gátaként vegyék azokat figyelembe.

A biztonsági gátak lehetnek felügyeleti eljárások is, de megjegyzendő, hogy a felügyelet önmagában nem biztonsági gát csak abban az esetben, ha a felügyelet során feltárt hiányosságok kapcsán elhatározott javítóintézkedéseket is végrehajtják.

Nehézkes ennél részletesebb útmutatást adni, így elkerülhetetlen a józan mérnöki értékelés alkalmazása. Általánosan elmondható, hogy egy biztonsági gát meghibásodási aránya körülbelül  $10^{-2}$  alkalmanként (amikor valamely meghibásodás miatt tervezési funkcióját látja el az adott gát). A független biztonsági gátak számának meghatározásához a biztonsági gátak alábbi listája ad segítséget. Ezek a gátak állhatnak rendelkezésre az esemény körülményeitől, a létesítmény tervezésétől és az üzemeltetés biztonsági megalapozásától függően:

- a) Elektronikus, személyi dózismérők (feltéve, hogy a személyzet ki van képezve azok használatára, a doziméter megbízható, és a személyzet szükség esetén képes megtenni és meg is teszi a megfelelő és kellően gyors intézkedéseket);
- b) Telepített sugárzás- és/vagy légszennyezettségmérő detektorok és figyelmeztető eszközök (feltéve, hogy megbízhatóak, és a személyzet szükség esetén képes megtenni és megteszi a megfelelő és kellően gyors intézkedéseket);
- c) Dozimetrikus jelenléte, aki észleli és figyelmezteti a többieket a sugárzás normálistól eltérő szintjére, vagy a szennyeződés terjedésére;



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

- d) Szivárgásészlelő rendszerek/intézkedések (pl. konténmentek), amelyek az anyagokat egy megfelelő szintmérő és figyelmeztető eszközökkel felszerelt zompba irányítják;
- e) Az üzemeltető személyzet által végzett felügyelet, amely ellenőrzi a létesítmény biztonságos állapotát (feltéve, hogy a felügyeleti intézkedések gyakorisága kellően nagy a problémák azonosításához, és a szükséges javító intézkedéseket megbízhatóan végrehajtják);
- f) Ventilációs rendszerek, melyek a levegőben lévő radioaktivitás létesítményen keresztüli átáramlását biztonságos és ellenőrzött módon biztosítják;
- g) Árnyékolt ajtók és megfelelő reteszekkel ellátott beléptetőrendszerek;
- h) Természetes szellőzés, kéményhatás vagy passzív hűtés/ventilláció;
- i) A következmények enyhítésére kidolgozott tevékenységek, utasítások, eljárások;
- j) Diverzitás – feltéve, hogy nincsenek közös elemek a beavatkozó és irányító rendszerekben;
- k) Redundancia – feltéve, hogy nincsenek nem redundáns segédrendszerek;
- l) A hidrogénfejlődést korlátozó rendszerek a radioaktív hulladék-tároló létesítményekben.

#### 6.2.2.2. Visszatartás

Egyes esetekben a radioaktív anyagok visszatartása (környezetbe történő kikerülés megelőzése) maga is egy vagy akár több biztonsági gátat jelent, de ennek megítélése gondosan kezelendő. A 6.2.1. fejezetben leírtak szerint a minősítési folyamat három kategóriát különböztet meg a legsúlyosabb lehetséges következmények szempontjából (INES 5-7 szint, INES 3-4 szint és INES 1-2 szint). Amennyiben más, biztonságot szavatoló megoldás meghibásodását követően a radioaktív anyagok visszatartására kialakított rendszer(ek) sikeres működése a legsúlyosabb lehetséges következményeket a fenti 3 kategória egyik alacsonyabb kategóriájába enyhíti, akkor mint biztonsági gátat kell figyelembe venni. Ugyanakkor, ha a radioaktív anyagok visszatartására kialakított rendszerek hatása nem elegendő ahhoz, hogy a legsúlyosabb lehetséges következményeket egy kategóriával enyhítse, akkor nem szabad biztonsági gátként figyelembe venni. Például egy kis kutatóreaktor esetén a legsúlyosabb lehetséges következmények az INES 4-es szinten vannak, az üzemanyag-olvadást és a legnagyobb kibocsátást figyelembe véve. Emiatt a mélységben tagolt védelem elvei szerinti minősítés

maximum INES 2-es szint lehetne. Ebben az esetben a radioaktív anyagok visszatartására kialakított rendszer(ek) sikeres működése sem tudja a legsúlyosabb lehetséges következmények kategóriáját eggyel mérsékelni, mivel az üzemanyag-olvasztás (a 3.2. fejezet kritériumai alapján) már önmagában legalább INES 4-es minősítést eredményez. Emiatt ebben az esetben a radioaktív anyagok visszatartására kialakított rendszer(ek) nem tekinthető(k) biztonsági gátaknak.

#### 6.2.2.3. Nagy integritású biztonsági gátak

Egyes esetekben nagy integritású biztonsági gátak állnak rendelkezésre (például reaktortartály, vagy olyan biztonsági rendszerek, amelyek bizonyított fizikai jelenségekre épülnek, mint például hővezetési/hőátadási hűtés). Ilyen esetekben, mivel a gátaknál igazolt, hogy különösen nagy az integritásuk és megbízhatóak, ezért helytelen lenne a jelen útmutató alkalmazása során ugyanúgy kezelni, mint más biztonsági gátakat.

A nagy integritású biztonsági gátak a következő tulajdonságokkal rendelkeznek:

- a) A biztonsági gát tervezés szerint ellenáll minden tervezési üzemzavarnak, és a nukleáris létesítmény biztonsági megalapozásában explicite vagy implicite különösen nagy megbízhatóságúként vagy integritásúként szerepel.
- b) Olyan alkalmas megfigyeléssel vagy felügyelettel biztosított a biztonsági gát integritása, hogy a funkcióinak bármilyen mértékű csökkenése azonosítható legyen.

A gát bármilyen mértékű degradációjának esetére egyértelmű kezelési utasítások és javítóintézkedések állnak rendelkezésre, akár előre elkészített forgatókönyvek formájában, akár azáltal, hogy a hiba elhárítására vagy enyhítésére megfelelően hosszú idő áll rendelkezésre.

#### 6.2.2.4. Rendelkezésre álló idő

Néha a beavatkozásra rendelkezésre álló idő jóval több lehet az adott beavatkozás elvégzésére megkövetelt időnél, és így lehetőség nyílik kiegészítő biztonsági gátak működőképessé tételére. Ezeket a kiegészítő biztonsági gátakat csak akkor lehet a minősítésnél figyelembe venni, ha alkalmazásukat üzemeltetési dokumentumokban előírják.

Előfordulhat az is, hogy a rendelkezésre álló idő alatt egy egész sor kiegészítő intézkedés tehető, amelyeket korábban nem azonosítottak, illetve amelyeket nem vettek figyelembe a biztonsági elemzések elvégzésekor. Ilyen esetekben

– feltéve, hogy több végrehajtható intézkedés is létezik – ez a hosszú idő önmagában is egy nagy megbízhatóságú biztonsági gátat eredményez.

### 6.2.3. Az alapminősítés értékelése

#### 6.2.3.1. A minősítési folyamat

A legsúlyosabb lehetséges következmények és a hatékony biztonsági gátak számának meghatározása után az alapminősítést az alábbiak szerint végezzük el.

A létesítmény biztonsági elemzése meghatározza a tervezési alapba tartozó kiinduló eseményeket. Azonosítja a kiinduló események azon részalmazát, melyek bekövetkezése ésszerűen várható a létesítmény élettartama során (azaz  $1/N$ /évnél nagyobb gyakoriságú események, ahol  $N$  a létesítmény élettartama). Amennyiben a kiinduló esemény „várható” volt, és az esemény kezelésére szolgáló biztonsági rendszerek teljes mértékben rendelkezésre álltak az esemény bekövetkezésekor, továbbá a tervezési alapnak megfelelően látták el a feladatukat, akkor az esemény helyes alapminősítése INES 0 szint.

Ha nem volt kiinduló esemény, de a biztonsági gátak rendelkezésre állása csökkent, akkor az esemény helyes alapminősítése INES 0 szint, ha a funkciócsökkenés még az engedélyezett korlátokon belül marad.

Minden egyéb helyzetben a jelen fejezetben található **11. táblázat**ot kell használni az alapminősítés meghatározásához.

Amennyiben csak egy biztonsági gát marad, de az kielégíti a nagy integritású biztonsági gáttal szemben támasztott összes követelményt (lásd 6.2.2.3. és 6.2.2.4. fejezet), akkor az INES 0 szint<sup>11</sup> alapminősítés a helyes.

Amennyiben a biztonsági gát nemmegfelelőségének időtartama nagyon rövid volt az időszakos tesztjének ciklusidejéhez képest (pl. egy havi tesztelési periódusú rendszerelem néhány órás funkciócsökkenése), a minősítési szintet csökkenteni lehet.

---

<sup>11</sup> Ha a biztonsági elemek üzemképessége az engedélyezett korlátokon kívül volt, akkor a 6.2.4.3. fejezet alapján az INES 1-es szint megfelelő.

## 11. TÁBLÁZAT: BIZTONSÁGIGÁT-MEGKÖZELÍTÉS HASZNÁLATA AZ ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSEKOR

Fennmaradó biztonsági gátak száma	Legsúlyosabb lehetséges következmények		
	(1) INES 5, 6, 7 szint	(2) INES 3, 4 szint	(3) INES 2 vagy 1 szint
A több mint 3	0	0	0
B 3	1	0	0
C 2	2	1	0
D 1 vagy 0	3 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> A táblázatban megadott szinteket nem szabad további tényezők alapján emelni, mivel ezek már a mélységben tagolt védelem szerinti legmagasabb szintet képviselik.

Ez a megközelítés megkövetel néhány mérnöki megfontolást. A 6.3. fejezet útmutatást ad egyes eseménytípusokhoz.

### 6.2.3.2. Lehetséges események (szerkezeti hibákat is beleértve)

Néhány esemény önmagában még nem csökkenti a biztonsági gátak számát, de megnöveli a biztonsági gátak számának csökkenési valószínűségét. Ilyenek lehetnek például a szerkezeti hibák felfedezése, az operátori beavatkozással megszüntetett szivárgás vagy a folyamatellenőrző rendszerben felfedezett hibák. Az ilyen események minősítésének módszerét az alábbiakban ismertetjük.

Először a lehetséges esemény bekövetkezési gyakoriságát értékeljük a 6.2.3.1. fejezet útmutatása alapján azzal a feltételezéssel, hogy az ténylegesen bekövetkezett a megmaradó biztonsági gátak száma alapján. Az ilyen módon megállapított minősítés értéke csökkenthető annak függvényében, hogy a potenciális veszélyforrás a valóban bekövetkezett eseményből fejlődött-e ki vagy sem. A minősítés csökkentésének mértékét mérnöki megítélésre alapozzák. A lehetséges események tipikus példája a szerkezeti anyagok hibája. A felügyeleti program célja ezen hibák azonosítása, mielőtt azok mérete elfogadhatatlan mértékűvé nőne. Ha a hiba ezen a méreten belül van, akkor az INES 0 szint a helyes minősítés.

Amennyiben a hiba nagyobb, mint a felügyeleti programban meghatározott kritérium, akkor az esemény minősítésekor két tényezőt kell figyelembe venni. Elsőként a lehetséges esemény alapján határozzuk meg a minősítést, a 6.2.3.1. fejezet útmutatását alkalmazva, feltételezve, hogy a hiba a rendszerelem meghibásodásához vezet. Az ilyen módon megállapított potenciális minősítés ezután módosítható a berendezés-meghibásodás

bekövetkezése valószínűségének függvényében, valamint a 6.2.4. fejezetben szereplő kiegészítő tényezők figyelembevételével.

#### 6.2.3.3. Skála alatti, azaz INES 0 szintű események

Általánosan csak akkor kell az eseményeket INES 0 szintre minősíteni, ha a belső szabályozás alkalmazása nem vezet magasabb minősítési szinthez. Feltéve, hogy a 6.2.4. fejezetben tárgyalt kiegészítő tényezők egyike sem alkalmazható, a következő események tartoznak tipikusan az INES 0 szintű események közé:

- a) Biztonsági rendszerek téves működése<sup>12</sup>, azt követően visszatérés a normál üzembe, ami nem befolyásolja a létesítmény biztonságát;
- b) A gátak nem sérültek jelentős mértékben (a folyás mértéke ÜFK-n belüli);
- c) Egyszeres meghibásodás, vagy berendezés-üzemképtelenség egy redundáns rendszerben, amit ütemezett időszakos ellenőrzés vagy teszt során fedeztek fel.

#### 6.2.4. Kiegészítő tényezők figyelembevétele

A biztonsági funkciókat ellátó biztonsági rendszerek nagy megbízhatósággal rendelkeznek, felépítésük redundanciát és néha diverzitást biztosít. Különleges események mindazonáltal igényelhetik egyidejűleg a többszintű védelem különböző szintjeinek beavatkozását.

A többszintű védelmet, illetve annak legalább egy részét veszélyeztethető fő kiegészítő tényezők a következők:

- a) közös okú meghibásodások,
- b) belső szabályozási hiányosságok,
- c) a biztonsági kultúra hiányosságai.

Ezekkel a tényezőkkel egyes események INES 1-es kategóriába minősíthetők akkor is, ha egyébként az esemény önmagában nem jelentős.

A kiegészítő tényezők használatakor a következőket kell megfontolni:

- a) Amennyiben a kiegészítő tényezőt az alapminősítés során már figyelembe vettük, akkor kiegészítő tényezőként még egyszer, külön nem szabad a minősítéshez használni. A kiegészítő tényezők segítségével csak

---

<sup>12</sup> Ebben a vonatkozásban a téves üzemelés a biztonsági rendszernek a szabályzórendszer hibája, elektromos probléma, vagy emberi hiba miatti üzemelését foglalja magában. A létesítmény más pontján végrehajtott szándékolatlan tevékenység miatt bekövetkező fizikai paraméteringadozások által kiváltott biztonságrendszer-működés nem tekinthető a biztonsági rendszer téves működtetésének.

egy szinttel növelhető a minősítés értéke, még akkor is, ha több kiegészítő tényezőt lehet az adott eseményhez figyelembe venni.

- b) Abban az esetben, ha több kiegészítő tényező is figyelembe vehető az adott eseménynél, az INES-minősítést eggyel magasabb értékre állapítják meg, függetlenül az enyhítő körülményektől.
- c) Az esemény minősítése semmilyen körülmények között sem haladhatja meg a 3-as szintet, illetve ez a felső korlát mélységben tagolt védelem elve mentén történő minősítés esetében csak akkor alkalmazható, ha más esemény nem történt (sem várható kiinduló esemény, sem egyéb berendezéshiba), különben már balesetről beszélünk.

#### 6.2.4.1. A minősítésnél figyelembe vehető súlyosbító tényezők

##### 6.2.4.1.1. Közös okú meghibásodások

A közös okú meghibásodás több eszköz vagy rendszer elem funkcióképességének elvesztése egy specifikus esemény vagy ok miatt. Ugyanazon védelmi funkció ellátására tervezett redundáns rendszer elemek vagy eszközök meghibásodását okozhatja. Emiatt a teljes biztonsági funkció megbízhatósága sokkal alacsonyabb, mint amit vártak. A fentiek alapján egy rendszer elemet érintő esemény, amely kapcsán olyan közös okú meghibásodás léphet fel, amely más hasonló rendszer elemekre is hatással lehet, sokkal súlyosabb, mint a rendszer elem véletlen meghibásodásával járó esemény. Olyan eseményeknél is, amelyek során nehézséget okoz egyes rendszerek üzemeltetése hiányzó vagy félrevezető információ miatt, egy szinttel emelhető a minősítés a közös okú meghibásodás alapján.

##### 6.2.4.1.2. Belső szabályozási hiányosságok

A belső szabályozás hiányosságai a mélységben tagolt védelem több elemét érinthetik egyidejűleg. Az ilyen belső szabályozási hiányosságok ezért okot adhatnak az esemény minősítési-szintjének emelésére.

##### 6.2.4.1.3. Biztonsági kultúra hiányosságai

A magas szintű biztonsági kultúra segít az események bekövetkezését megelőzni, de ugyanakkor a biztonsági kultúra hiánya okozhatja azt is, hogy az üzemeltető személyzet nem a tervezettnek megfelelően végzi a tevékenységét. A biztonsági kultúrát emiatt a mélységben tagolt védelem elemeként vesszük figyelembe, és így a biztonsági kultúra problémái indokolhatják az esemény minősítésének egy szinttel történő emelését. (Az INSAG 4 [7] további információkkal szolgál a biztonsági kultúráról.) A biztonsági kultúra hiányossága miatti feljebb minősítéshez az eseményt az

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

általános biztonsági kultúra valamely hiányosságát valóban jelző eseménynek tekintik.

A biztonsági kultúrával kapcsolatos problémák egyik legkönnyebben definiálható mutatója az engedélyezett korlátok (ÜFK) megsértése.

A létesítmények többségében az engedélyezett üzemeltetési korlátok és feltételek úgy lettek kialakítva, hogy azok biztosítsák a biztonsági rendszerek minimálisan elvárt üzemképességi szintjét.

Ha a biztonsági rendszerelem az engedélyezetttnél hosszabb ideig marad az ÜFK-ban leírtaktól eltérő állapotban, vagy az üzemeltető személyzet úgy avatkozik be, hogy a létesítmény az engedélyezett állapoton kívülre kerül, akkor megfontolandó az esemény alapminősítésének emelése a biztonsági kultúra hiányosságai miatt.

Ha a rendszer működőképessége alacsonyabb, mint az engedélyezett korlátokban meghatározott (pl. egy rutinteszt után), de az üzemeltető személyzet a rendelkezésre álló időn belül intézkedik a létesítmény biztonságos állapotba viteléről az ÜFK-ban leírtak szerint, akkor az eseményt a 6.2.3.1. fejezet alapján kell minősíteni; a minősítés emelése nem indokolt, mivel követték az ÜFK előírásait.

Amennyiben az ÜFK-ban a rendszerelemek hosszú távú biztonságával kapcsolatos követelményekben meghatározott korlátokat lépik át rövid időre, az INES 0 szintű minősítés a helyes.

Leállított állapotban lévő reaktorok esetén az ÜFK meghatározza a minimális rendelkezésreállási követelményeket, de nem határozza meg minden esetben a helyreállítási időtartamokat, így nem minden esetben lehetséges a biztonságosabb állapot azonosítása. Ilyenkor az a követelmény, hogy a létesítmény állapotát minél hamarabb helyreállítsák. A létesítmény üzemképességének csökkenése az ÜFK-ban megkövetelt szint alá, az időkorlátok túllépéséig nem tekinthető az engedélyezett korlátok megsértésének.

További példák, amelyek a biztonsági kultúra hiányosságait jelzik:

- a) az ÜFK megsértése, és/vagy nukleáris biztonságot érintő belső szabályozás megalapozatlan megsértése. (Az ÜFK előírásainak értelmezéséről további információ a **III. melléklet**ben található.)
- b) a minőségirányítási folyamat jelentős hiányossága;
- c) sorozatos és/vagy ismétlődő emberi hibák;
- d) a lakosság egy tagjának éves hatósági dóziskorlátok feletti besugárzása egy esemény során;

- e) a radioaktív anyagok, beleértve a környezeti kibocsátások megfelelő ellenőrzésének elmulasztása, illetve a dózisellenőrzési rendszer hibája;
- f) ismétlődő esemény, ami azt jelzi, hogy az esemény első bekövetkezését követően elmulasztották a tanulságok levonását, vagy a javítóintézkedéseket nem, vagy késve hajtották végre.
- g) Az ÜFK-nak nem megfelelő üzemállapot a próba periódusát meghaladó ideig áll fenn anélkül, hogy a személyzet észlelné.

Fontos megjegyezni, hogy a jelen útmutatónak nem célja hosszú és részletes vizsgálat kezdeményezése. Sokkal inkább az esemény minősítésére hatást gyakorló tényezők gyors megítélése. Gyakran nehézkes közvetlenül az esemény után eldönteni, hogy az az esemény minősítését kell-e egy szinttel emelni a biztonsági kultúra hiányosságai miatt.

#### 6.2.4.2. A minősítésnél figyelembe vehető enyhítő körülmények

- a) Minden súlyosbító tényező esetén mérlegelik a potenciális biztonsági következményeket.
- b) Az ismétlődő két esemény között olyan rövid idő telt el, hogy érdemi intézkedések végrehajtása nem lehetséges, vagy az ismétlődés kockázata viselhető mértékű, ezért beavatkozás – a ráfordítás mérlegelése mellett – nem szükséges.
- c) A biztonsági rendszer, rendszerelem üzemképtelenségi ideje igen rövid volt a tesztelési ciklusához képest.
- d) Az előírásértés fennállása igen rövid idejű volt (néhány perc/óra). Ebben az esetben mindig mérlegelik, hogy az előírásértés milyen biztonsági következményekkel járt, illetve járhatott volna. Amennyiben az adott előírás megsértése elhanyagolható biztonsági kockázattal járt, akkor az INES-minősítés szigorítása indokolatlan.

### **6.3. A biztonságigát-megközelítés használatának útmutatója egyes sajátos eseménnytípusokra**

#### *6.3.1. A hűtőrendszerek meghibásodásával járó események reaktorleállítás során*

A reaktorok biztonsági rendszereinek többségét a teljesítményüzem során fellépő események kezelésére tervezik. A meleg, leállított vagy indítási állapotban bekövetkező események nagyon hasonlóak a teljesítményüzem alatti eseményekhez, így ezeket az eseményeket az 5. fejezet használatával kell minősíteni. A reaktor leállításakor ezen biztonsági rendszerek némelyike továbbra is szükséges a biztonsági funkciók ellátásához, de általában



hosszabb időtartam áll rendelkezésre a beavatkozáshoz. Ez az időtartam kiválthatja a biztonsági rendszerek redundanciájának vagy diverzitásának egy részét (a létesítmény állapotától függően a biztonsági rendszerelemek és/vagy műszaki gátak rendelkezésre állásának csökkenése elfogadható a leállított, szubkritikus állapot egyes időszakában). Az ilyen leállított állapotokban a mérnöki gátak konfigurációja néha teljesen eltérő (pl. nyitott reaktorhűtő-rendszer vagy nyitott konténment). A fentiek miatt a leállított, szubkritikus állapotú reaktorok esetén bekövetkező események minősítését alternatív megközelítés segítségével (a biztonságigát-megközelítés alkalmazásával) kell végezni.

A minősítést befolyásoló főbb tényezők: a hűtési ágak száma, a javítóintézkedésekre rendelkezésre álló idő és a hűtőtartályok csővezetékeinek integritása. A **II. függelék** specifikus példákat (**40. és 45. példa**) ad a nyomottvizes reaktorokban, leállított, szubkritikus állapotban bekövetkező események minősítésére, a biztonságigát-megközelítés alapján. Más reaktortípusokra vonatkozóan ezt mint illusztratív útmutatást kell alkalmazni a 6.2. fejezettel együtt.

### 6.3.2. *A pihentetőmedence hűtőrendszereinek meghibásodásával járó események*

Néhány év üzemelés után a pihentetőmedence radioaktívanyag-leltára kiterjedtté válhat. Ilyen esetben a pihentetőmedencét érintő események mélységben tagolt védelem szerinti minősítése az INES 3-as szintig lehetséges.

A nagy mennyiségű víz és a lényegesen alacsonyabb maradványhő miatt általában rengeteg idő áll rendelkezésre a pihentetőmedence hűtésének romlásával járó események során a javító intézkedések megtételére. Ez ugyanígy igaz a pihentetőmedence hűtőközegének elvesztésére. A fentiek alapján a pihentetőmedence hűtőrendszerének néhány órás meghibásodása vagy inhermetikussága általában nincs hatással a kiégett üzemanyagra.

Így a pihentetőmedence hűtőrendszerének kisebb romlását vagy kisebb tömörtelenségeket tipikusan INES 0 szintű eseményként minősítjük.

Az ÜFK korlátain kívüli üzemelést, a hűtővíz hőmérsékletének jelentős növekedését, vagy a pihentetőmedence vízszintjének jelentős csökkenését az INES 1-es szintre minősítjük. INES 2-es szintű esemény a hűtőközeg forrása, vagy néhány üzemanyag-kazetta szárazra kerülése. Jelentősebb mennyiségű üzemanyag-kazetta szárazra kerülését az INES 3-as szintre kell minősíteni.

### 6.3.3. A kritikussággal kapcsolatos események

A kritikus rendszer viselkedése és a bekövetkező események radiológiai következményei nagymértékben függenek a rendszer fizikai állapotától és jellemzőitől, amelyek meghatározzák egy homogén rendszerben a lehetséges hasadások számát, a kritikus állapot teljesítményszintjét és az ilyen állapot létrejöttének potenciális következményeit. Az ilyen rendszerekkel végzett kísérletek azt mutatták, hogy a hasadások száma jellemzően  $10^{17}$ - $10^{18}$  nagyságrendű.

Heterogén, kritikus rendszerekben, mint amilyen egy üzemanyag-kazetta vagy más száraz, szilárd, kritikusságra képes rendszer, magas teljesítménycsúcsok alakulhatnak ki, amelyek robbanásszerű energiafelszabaduláshoz és nagy mennyiségű radioaktív anyag kibocsátásához vezethetnek.

A szándékolatlan kritikus állapot létrejöttének fő veszélye a személyzet rendkívül magas sugárterhelését okozó neutron- és gamma-sugárzás. Másodlagos következményként súlyos, telephelyen belüli elszennyeződés és a rövid felezési idejű hasadványtermékek telephelyen kívüli kibocsátása is bekövetkezhet. Továbbá heterogén rendszereknél a robbanásszerű energiafelszabadulás következtében, hasadóanyag-kibocsátás is történhet. Az utóbbi két scenárió estében a legsúlyosabb potenciális következmények INES 3-as vagy INES 4-es szintet érhetnek el.

Általános útmutatás:

- a) Kritikus üzemállapotban az ÜFK korlátozásain belül maradó kismértékű eltérést INES 0 szintre minősítik.
- b) Az ÜFK korlátozásait meghaladó paraméterek esetén minimum INES 1-es szintre minősítik az eseményt.

Ha a kritikussági üzemzavar a biztonsági rendszerek további meghibásodása, vagy a kedvezőtlen feltételek miatt INES 5-ös szintű vagy azt meghaladó potenciális következményekkel járhatott volna, akkor az eseményt INES 3-as szintre minősítik. Abban az esetben, ha a potenciális következmények INES 3-as vagy INES 4-es szintűek lehettek volna, az eseményt INES 2-es szintre minősítik.

A 6.2.3.1. fejezet **11. táblázat**ában az alacsonyabb értéket választják, ha több mint egy biztonsági gát maradt sértetlen.

### 6.3.4. Radioaktív szennyeződés szétterjedése, vagy nem engedélyezett kibocsátása

Radioaktív szennyeződés bármilyen elterjedését a telephelyen vagy telephelyen kívül, ami az adott területre vonatkozó, a belső szabályozásban

előírt határértéket meghaladó sugárzási szintet eredményez, INES 1-es szintre kell minősíteni (biztonsági kultúra megsértése miatt). A súlyosabb üzemzavarokat a megmaradt biztonsági gátak és az összes biztonsági rendszer meghibásodásából adódó legsúlyosabb lehetséges következmények figyelembevételével minősítik.

Amennyiben jelentős telephelyen kívüli hatástól nem tartanak, úgy a mélységben tagolt védelem kritériuma alapján az ilyen eseményt maximum INES 2-es szintre minősítik.

A kibocsátási szabályzatban foglaltak megszegését legalább INES 1-es szintre minősítik.

#### 6.3.5. *Dozimetriai ellenőrzés*

Alkalmanként adódhatnak olyan helyzetek, amikor a sugárvédelmi belső szabályozások, a vezetői rendelkezések nem megfelelőek, és az alkalmazottakat nem tervezett (belső és/vagy külső) sugárterhelés éri. A 6.2.4. fejezet alapján az ilyen események az INES 1-es szintre minősíthetők.

Amennyiben a maximális potenciális következmények INES 3-as vagy INES 4-es szintet eredményeznének, és csak egy biztonsági gát maradt, az eseményt a mélységben tagolt védelem kritériuma alapján INES 2-es szintre minősítik. Általában elmondható, hogy a 6.2.4. fejezet nem használható a dozimetriai ellenőrzés hibája miatt INES 1-es alapminősítést nyert esemény feljebb minősítésére.

#### 6.3.6. *Sugárvédelmi okból elzárt helyiségek ajtóinak reteszelése*

Normál esetben a nem kiszolgálható helyiségekbe történő szándékolatlan belépést a bejárati ajtók reteszeivel, valamint belépésengedélyezési előírások és a belépést megelőző ellenőrzések alkalmazásával akadályozzák meg.

A reteszelés meghibásodását a villamos betáplálás kimaradása és/vagy a detektor(ok) vagy a kapcsolódó elektronikai berendezések hibái okozhatják.

Mivel az ilyen események legsúlyosabb lehetséges következményei az INES 4-es szintre korlátozottak, az olyan eseményeket, melyeknél egy biztonsági rendszer további meghibásodása balesethez vezethet, az INES 2-es szintre minősítik. Olyan eseményeknél, ahol néhány biztonsági rendszer funkcióképtelenné válik, de több biztonsági gát ép marad, – beleértve az engedélyhez kötött belépést biztosító adminisztratív intézkedéseket is – az eseményt INES 1-es szintre kell minősíteni.

### 6.3.7. *Elszívó-, szűrő- és tisztítórendszerek meghibásodásai*

Azokban a létesítményekben, ahol nagyobb mennyiségű radioaktív anyagot kezelnek, akár három, egymástól nem független szívó-, szellőzőrendszer hivatott biztosítani a megfelelő nyomáskülönbséget a sugárvédelmi szempontból különböző kategóriába sorolt helyiségek között, hogy megakadályozza a radioaktív anyagok ellenőrizetlen kiáramlását. Az ellenőrzési szinteket meghaladó légnemű kibocsátások megakadályozására pedig különböző szűrő-, tisztító- és szellőzőrendszerek szolgálnak.

Az ilyen rendszerek funkciócsökkenésével összefüggő események minősítésénél először az összes biztonsági gát meghibásodása esetén fellépő maximális következményeket határozzák meg, figyelembe véve az összes radioaktív anyag mennyiségét és a telephelyen belüli, illetve kívüli terjedés lehetőségeit. Ezen kívül figyelembe veszik a nemes gázok koncentrációcsökkenésének és a robbanóképes gázelegy létrejöttének lehetőségét is. A legtöbb esetben – kivéve, ha a robbanás lehetősége fennáll – nem valószínű, hogy a minősítési szint meghaladja az INES 3-as értéket, ezért a mélységben tagolt védelem kritériuma szerinti maximális minősítési szintnek az INES 2-es a megfelelő.

A második lépésben meghatározzák a megmaradt biztonsági gátak hatékonyságát, ideértve a további aktivitáskeletkezés megakadályozására irányuló funkciókat is.

### 6.3.8. *Emelési és nehéz teher leesésével összefüggő események*

#### 6.3.8.1. Üzemanyag-kazettákat nem érintő események

A tárgyak emelése, kezelése során keletkező meghibásodások, üzemzavarok hatásai az esemény bekövetkezésének helyétől és az érintett, vagy veszélyeztetett berendezésektől függenek.

Az emelt teher leesésével összefüggő eseményeket, melyek során a leeső teher bármilyen kis mennyiségű radioaktív anyagot tartalmazó rendszerelemet veszélyeztet, a maximális potenciális következményeket és a bekövetkezés lehetőségének valószínűségét figyelembe véve minősítik. A korlátozott mértékű sérülést okozó, de viszonylag nagy valószínűséggel üzemzavart kiváltó eseményeket a maximális szintre minősítik a mélységben tagolt védelem kritériuma szerint. Ugyanígy minősítik azokat az eseményeket, melyek során csak egy, nem magas rendelkezésre állásúként/integritásúként figyelembe vehető biztonsági gát marad működőképes.

Az alacsonyabb valószínűségű eseményeket, vagy ha kiegészítő biztonsági gátak is figyelembe vehetők, a 6.2. fejezetet követve minősítik. A nukleáris létesítmény élete során nagy valószínűséggel bekövetkező kis jelentőségű eseményeket INES 0 szintre minősítik.

#### 6.3.8.2. Üzemanyag kezelésével kapcsolatos események

A nem besugárzott fűtőelemek szállítása, emelése során történő eseményeket INES 0 szintre minősítjük, amennyiben nem állt fenn a kiégett fűtőelem vagy a biztonsági berendezések sérülésének kockázata.

Egy fűtőelem radioaktívanyag-készlete nyilvánvalóan sokkal kisebb a pihentetőmedence vagy a zóna készleténél. Amíg a kiégett fűtőelem hűtése garantált, ez egy fontos biztonsági gátat jelent, mivel az üzemanyagmátrix integritására a túlmelegedés nem lesz hatással. Általában a kiégett üzemanyag túlmelegedése nagyon hosszú idő alatt következik be. A nukleáris létesítmény felépítésétől függően legtöbb esetben a hermetikus tér is hatékony biztonsági gátként vehető figyelembe.

A nukleáris létesítmény élettartama során várható, a kiégett üzemanyag hűtését nem érintő és kibocsátással nem, vagy csak kis mértékben járó eseményeket INES 0 szintre minősítik.

A következő eseményeket azonban INES 1-es szintre kell minősíteni :

- a) a nukleáris létesítmény élettartama során nem várt, a VBJ szerint kizárt, az üzemanyaggal, illetve annak kezelésével kapcsolatos események,
- b) az ÜFK előírásain kívül eső üzemeltetés,
- c) szándékosan előidézett, korlátozott mértékű hűtés-csökkenés, amely, az üzemanyagpálcák integritását nem érintette,
- d) az üzemanyagpálcák integritásának mechanikai sérülése a hűtés csökkenése nélkül.

A fűtőelem jelentős felmelegedésének eredményeként fellépő és az üzemanyagpálca integritásának sérülésével járó eseményeknél az INES 2-es szint a megfelelő.

#### 6.3.9. Feszültségbetáplálás elvesztése

A közös okú meghibásodások megakadályozására különböző független és diverz villamos betáplálási útvonalak szükségesek.

Előfordulhat, hogy a teljes feszültségkiesés semmilyen biztonsági problémát nem okoz, még akkor sem, ha az állapot több napig tart. Az ilyen eseményeket a villamos betáplálás helyreállítására rendelkezésre álló, különböző lehetőségek és idő függvényében INES 0 vagy INES 1-es szintre

minősítik. Amennyiben az esemény során a biztonsági rendszerek rendelkezésre állása az ÜFK-ban meghatározott követelményeken kívül esik, az INES 1-es szintű minősítés a megfelelő.

A villamos betáplálás üzemzavarai esetén a *6.2. fejezet* szerint járnak el. Figyelembe veszik a betáplálás helyreállításának lehetséges módszereit, a funkciócsökkenés időtartamát, valamint a maximális potenciális következményeket. Különösen fontos annak figyelembevétele, hogy mennyi idő alatt kell a betáplálást helyreállítani.

A betáplálás részleges megszűnése vagy a hálózatról történő leszakadás - amikor a villamos betáplálás tartalékforrásokról biztosított - a várható gyakoriság kategóriájába tartozik, így ezeket az eseményeket INES 0 szintre minősítik. Amennyiben nincs biztonsági jelentősége az eseménynek, a skálán kívüli minősítés is elfogadható.

#### *6.3.10. Tűzesetek, robbanások*

A nukleáris létesítményen belüli, vagy a nukleáris létesítménnyel közvetlenül határos területeken bekövetkező tűzesetet vagy robbanást, amelyik nem jelent veszélyt egyik biztonsági rendszerre sem, és az olyan tűzesetet, amelyiket a beépített tűzoltórendszerek segítségével lokalizáltak, INES 0 szintre vagy skálán kívülinek minősítik.

Az ilyen események súlyossága nem csak az érintett anyagoktól, de a bekövetkezési terület jellemzőitől és a tűz eloltására tett erőfeszítések nagyságától is függ. A minősítés alapvetően a maximális lehetséges következményektől, valamint a megmaradt biztonsági gátak mennyiségétől és hatékonyságától függ. A megmaradt biztonsági gátak hatékonyságát a hatékonyság csökkenési valószínűségével veszik figyelembe. Bármilyen, akár kis aktivitású radioaktív hulladékot, anyagot is érintő tűz vagy robbanás esetén az eseményt a belső szabályozás vagy a biztonsági kultúra hiányosságai miatt INES 1-es szintűre minősítik.

#### *6.3.11. Külső veszélyforrások*

Külső eseményeket, mint például földrengés, szélvihar, árvíz stb. a megmaradó biztonsági rendszerek és azok hatékonyságának mérlegelésével minősítik.

Az ilyen események ellen létesített rendszerekben fellépő meghibásodásokat az üzemképtelenségük idejére eső esemény bekövetkezési valószínűségének elemzésével és a rendelkezésre álló biztonsági rendszerek számának figyelembevételével minősítik. Tekintettel arra, hogy ezek az események kis

gyakorisággal következnek be, nem valószínű, hogy súlyosságukat INES 1-nél magasabb szintre minősítik.

#### 6.3.12. A hűtőrendszerek meghibásodása

A létfontosságú hűtőrendszerek meghibásodásait a villamos rendszerek meghibásodásaihoz hasonlóan minősítik, figyelembe véve a legsúlyosabb lehetséges következményeket, a fennmaradó biztonsági gátak számát és a hűtés helyreállítására rendelkezésre álló időtartamot.

Nagy aktivitású folyékony hulladék, vagy plutóniumtároló hűtőrendszereinek meghibásodása esetén az INES 3-as szint tűnik helyesnek olyan események bekövetkezésekor, amikor hosszú időre csak egy biztonsági gát marad üzemképes.

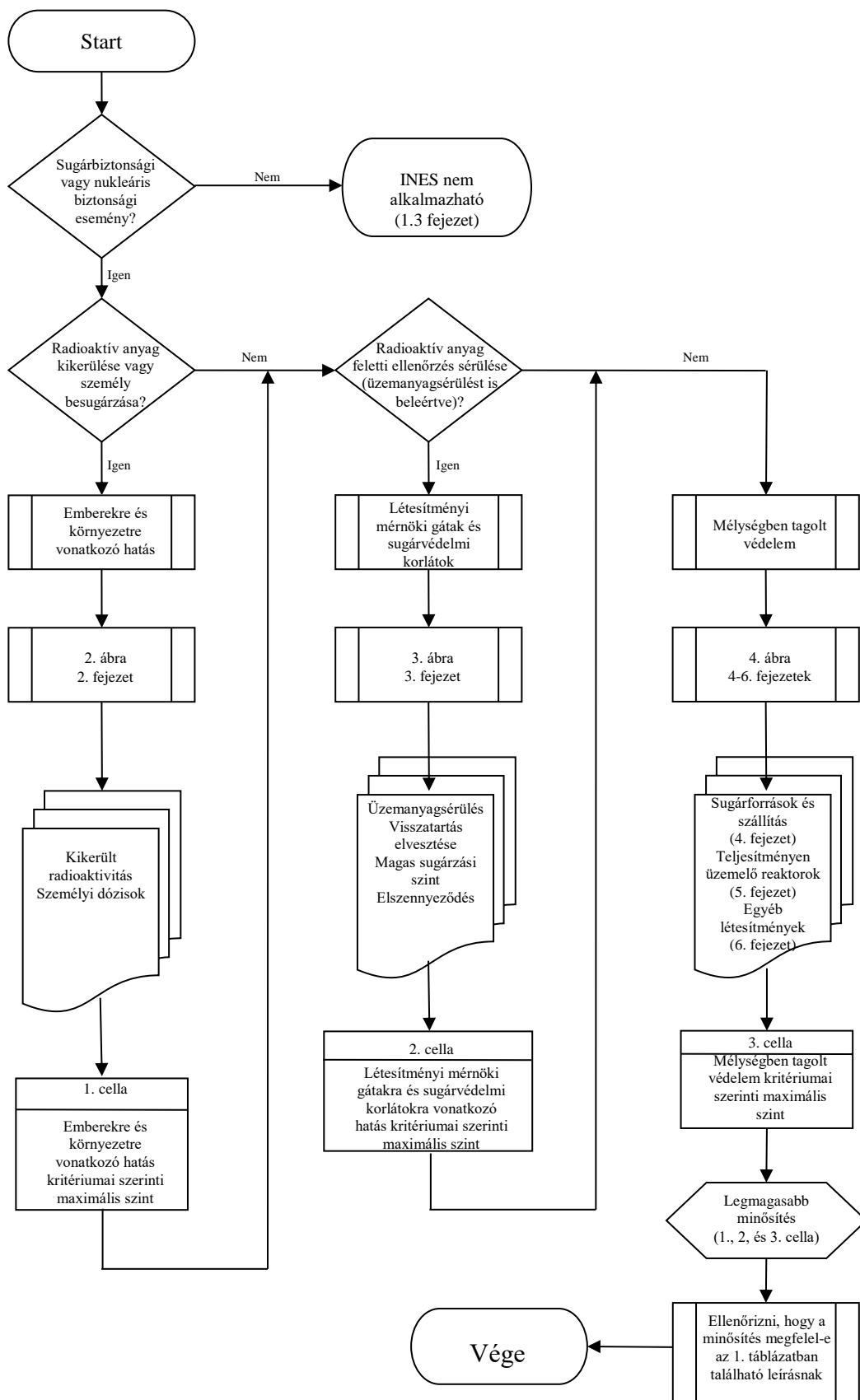
## 7. MINŐSÍTÉSI ELJÁRÁS

A következő oldalakon (1-7. ábra) található folyamatábrák tömören bemutatják az INES-minősítési eljárást bármilyen radioaktív sugárforrásokkal, radioaktív anyagok szállításával, tárolásával vagy alkalmazásával kapcsolatos eseményre vonatkozóan.

A folyamatábrák célja, hogy bemutassák az események biztonsági jelentőségének értékeléséhez követendő logikai útvonalat. Áttekintést adnak azok számára, akik először végzik az eseményminősítést, míg összefoglalják az eljárást azok számára, akik jól ismerik az INES-kézikönyvet. Amennyiben szükséges, magyarázó megjegyzések és táblázatok is rendelkezésre állnak a folyamatábrákhoz. A folyamatábrák a jelen kézikönyvben található részletes útmutatóval együtt használhatók.

A folyamatábrákon túl két, példákat tartalmazó táblázat (**12. és 13. táblázat**) illusztrálja korábbi, valós események minősítését.

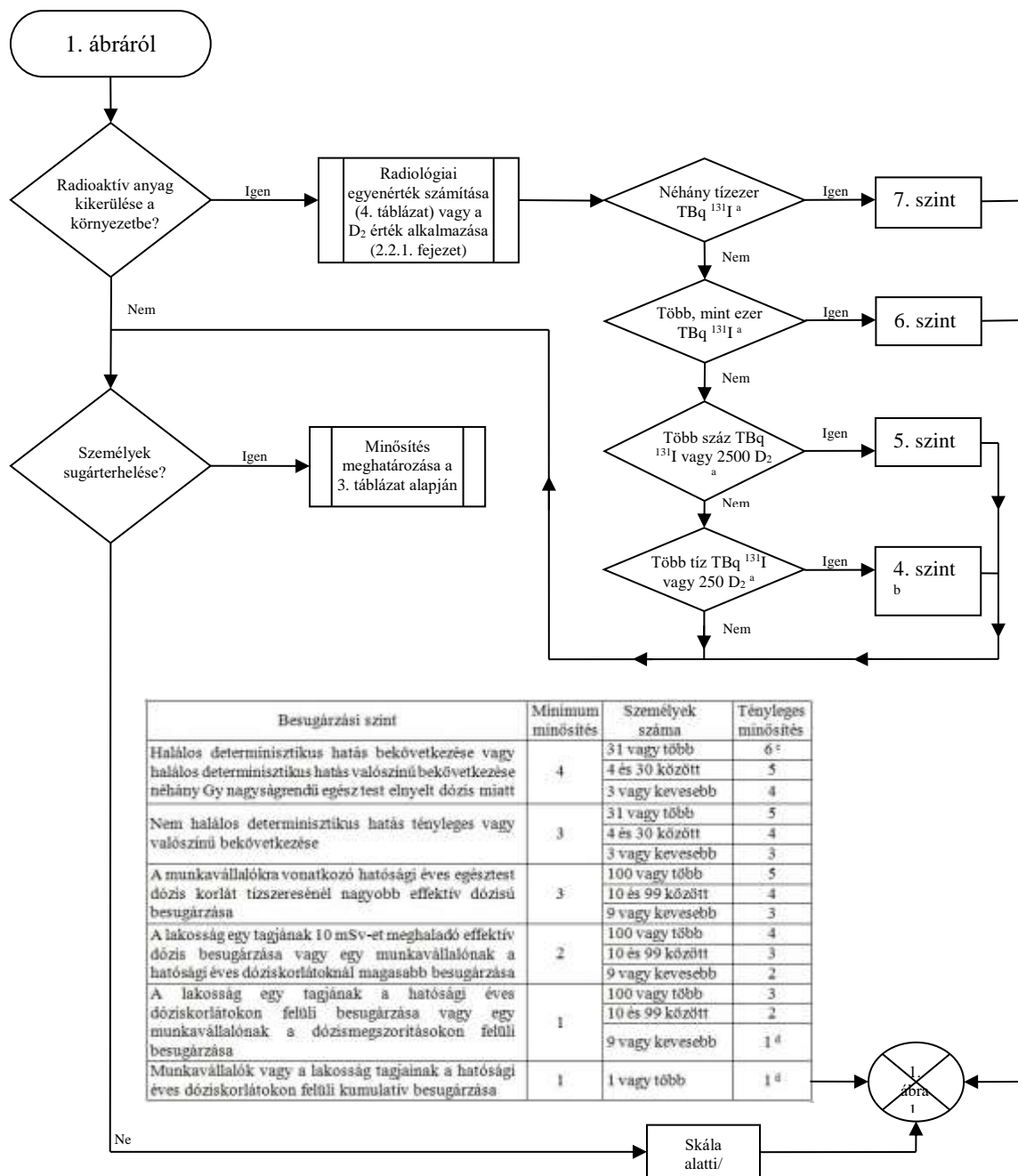
**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**



1. ábra: Általános INES-minősítési eljárás



## Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén



<sup>a</sup> Ezek a kritériumok olyan balesetekre vonatkoznak, ahol a kibocsátás nagyságának korai becslései csak hozzávetőlegesek lehetnek, mindemellett ezen kritériumok következetes nemzetközi alkalmazásának elősegítése érdekében a szintek közötti határok 500, 5 000 és 50 000 TBq <sup>131</sup>I.

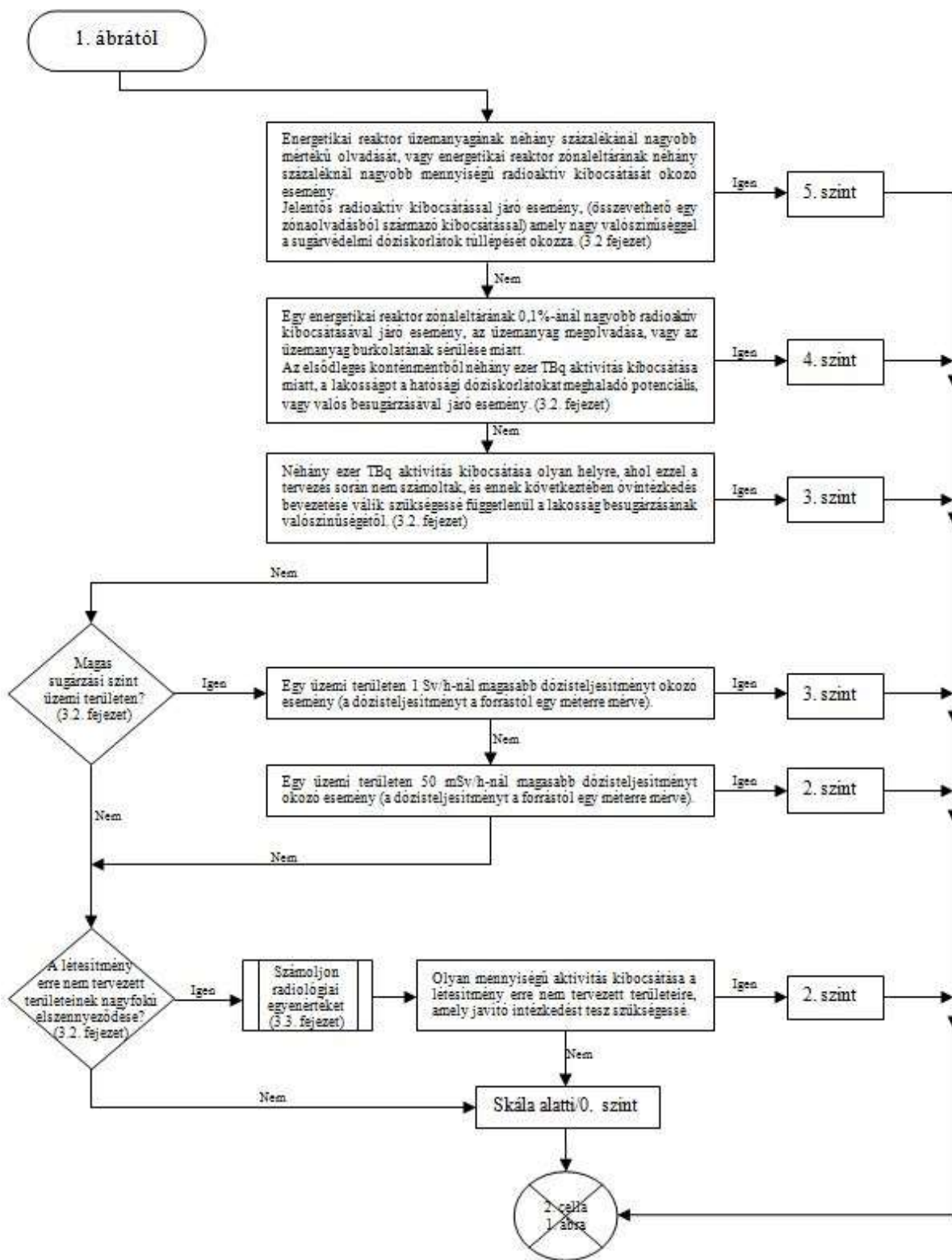
<sup>b</sup> Magasabb minősítést is meg kell fontolni a 3. táblázat alapján a létesítményen belül tartózkodó személyek dózisaira tekintettel.

<sup>c</sup> Az INES 6-os szint nem tekinthető hihetőnek semmilyen radioaktív forrással kapcsolatos esemény minősítésekor.

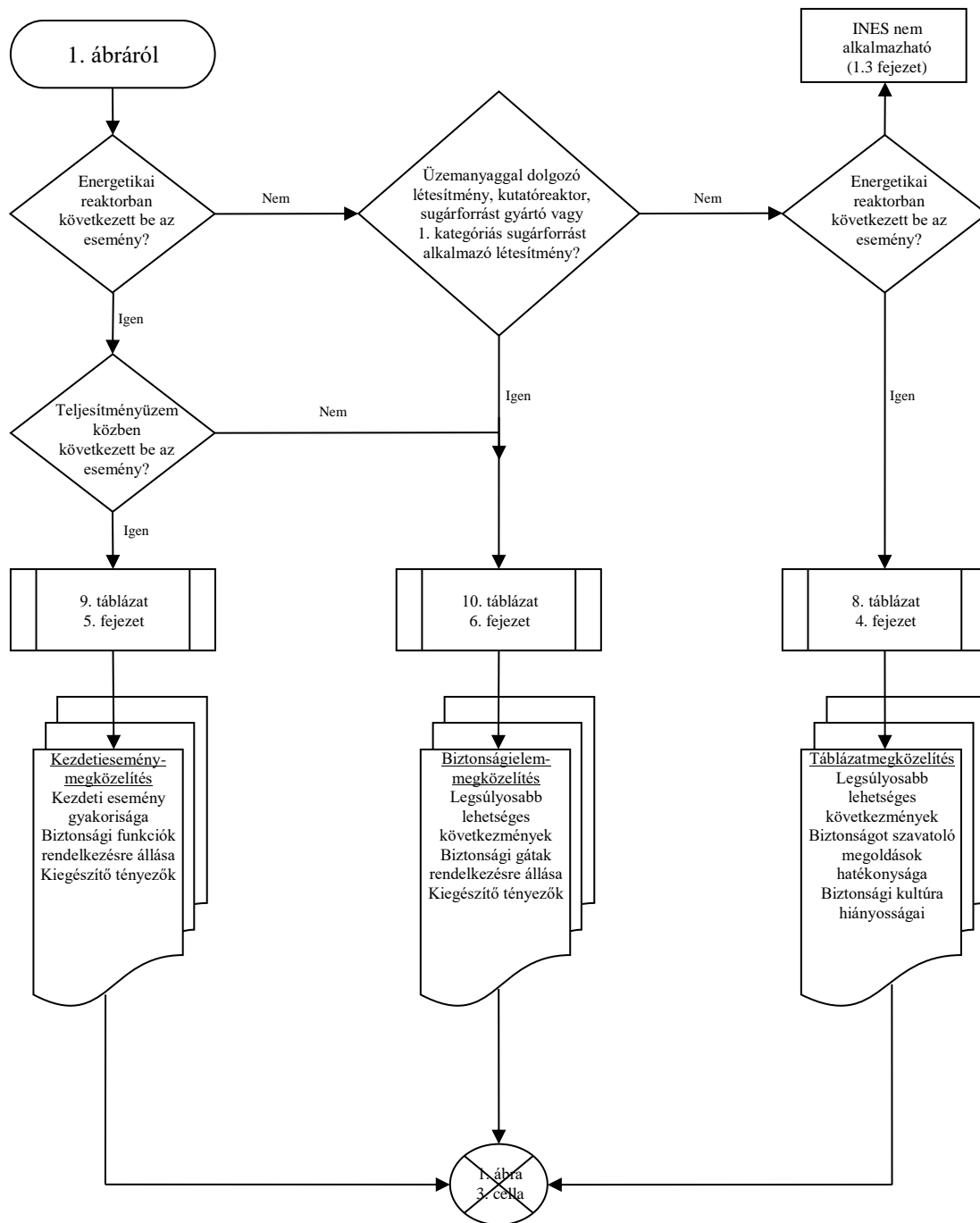
<sup>d</sup> A 2.3. fejezetben leírtaknak megfelelően az INES 1-es szinthez tartozó meghatározások a mélységben tagolt védelem kritériumain alapulnak, amelyek részletes magyarázata a 4-6. fejezetben található, de a teljesség kedvéért itt is szerepelnek.

2. ábra: Minősítési eljárás az emberekre és a környezetre vonatkozó hatás szerint

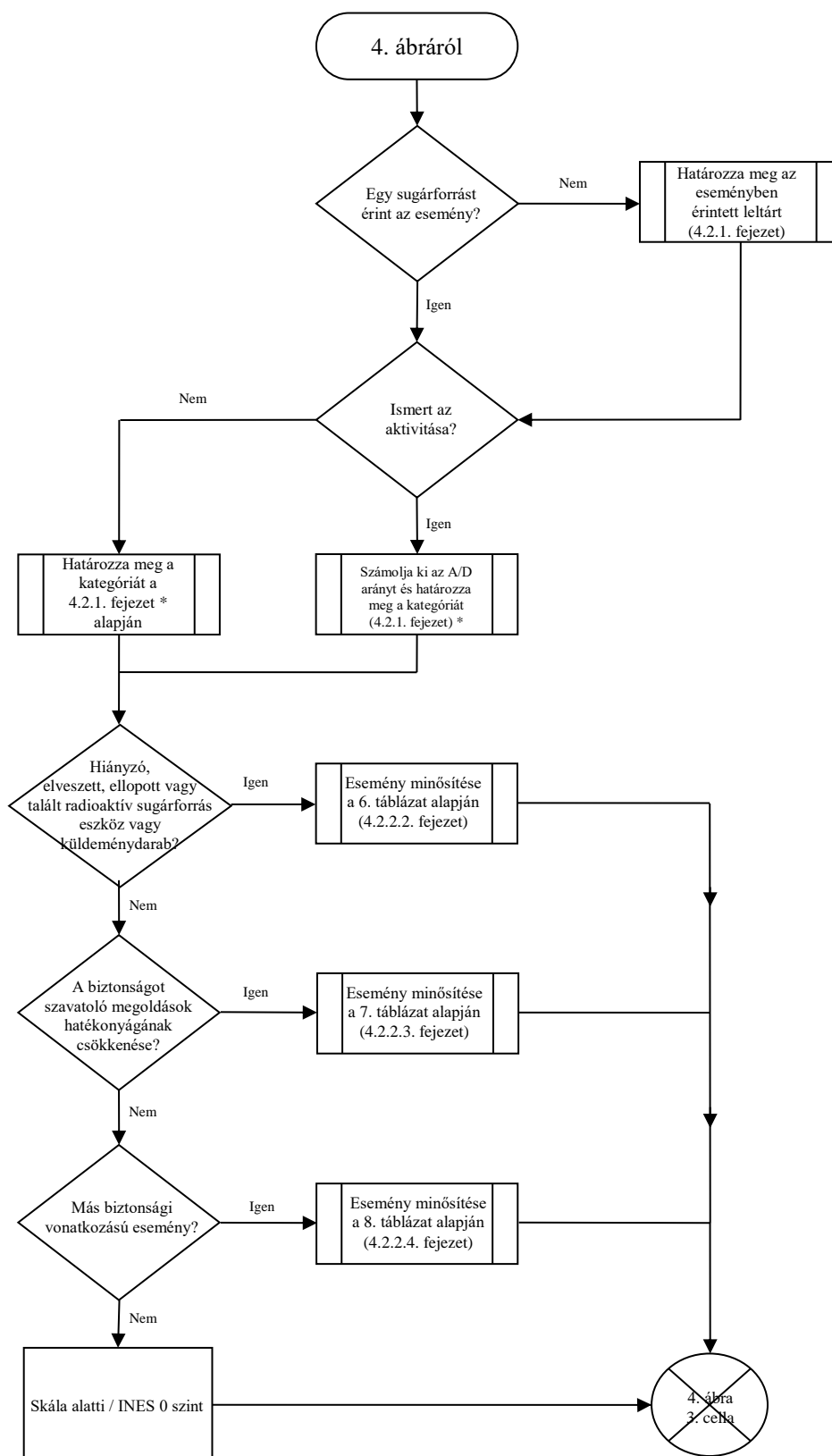
**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**



3. ábra: Minősítési eljárás a létesítményi radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok szerint

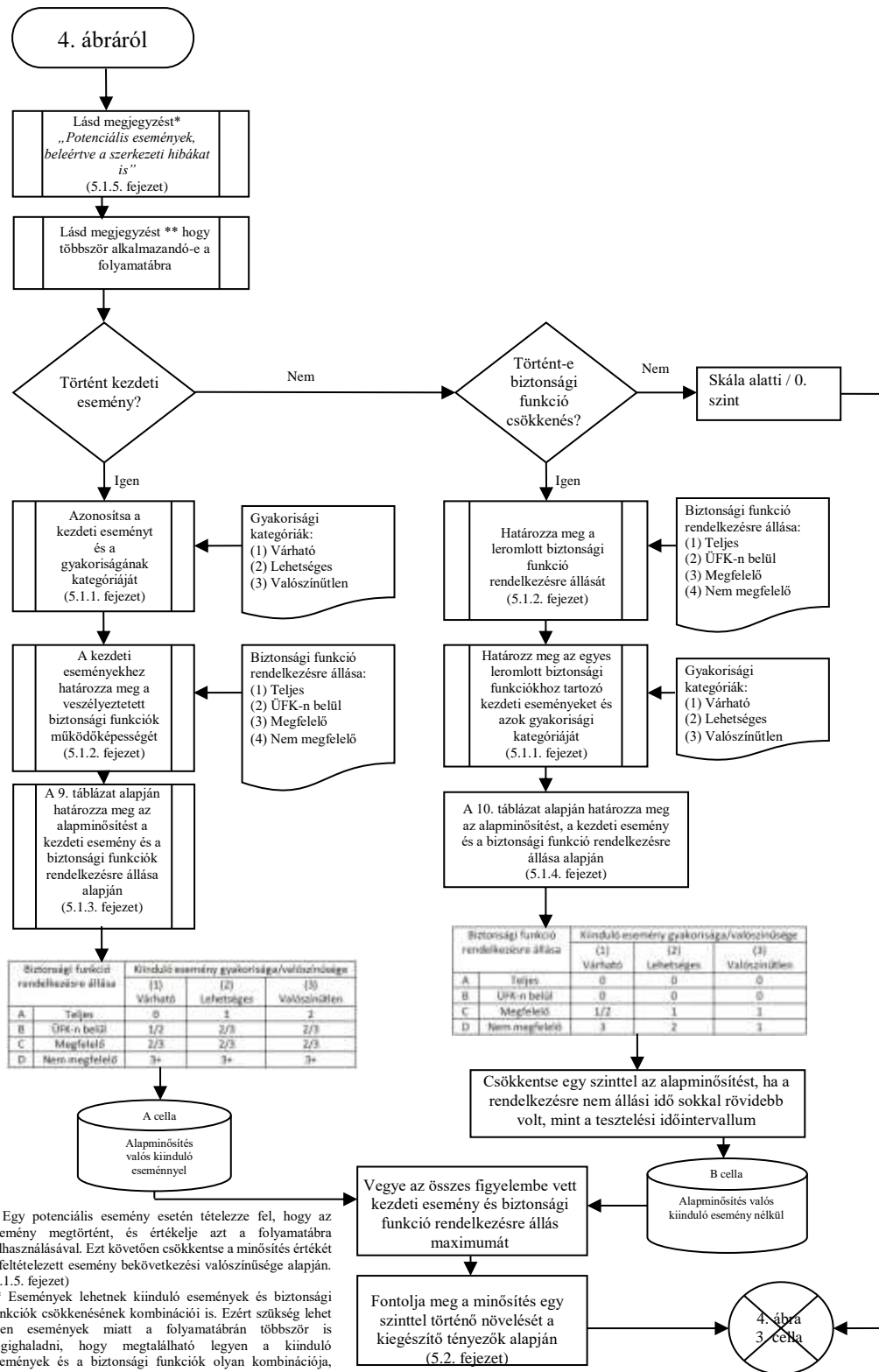
**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**


4. ábra: Általános eljárás a mélységben tagolt védelem szerinti minősítésre



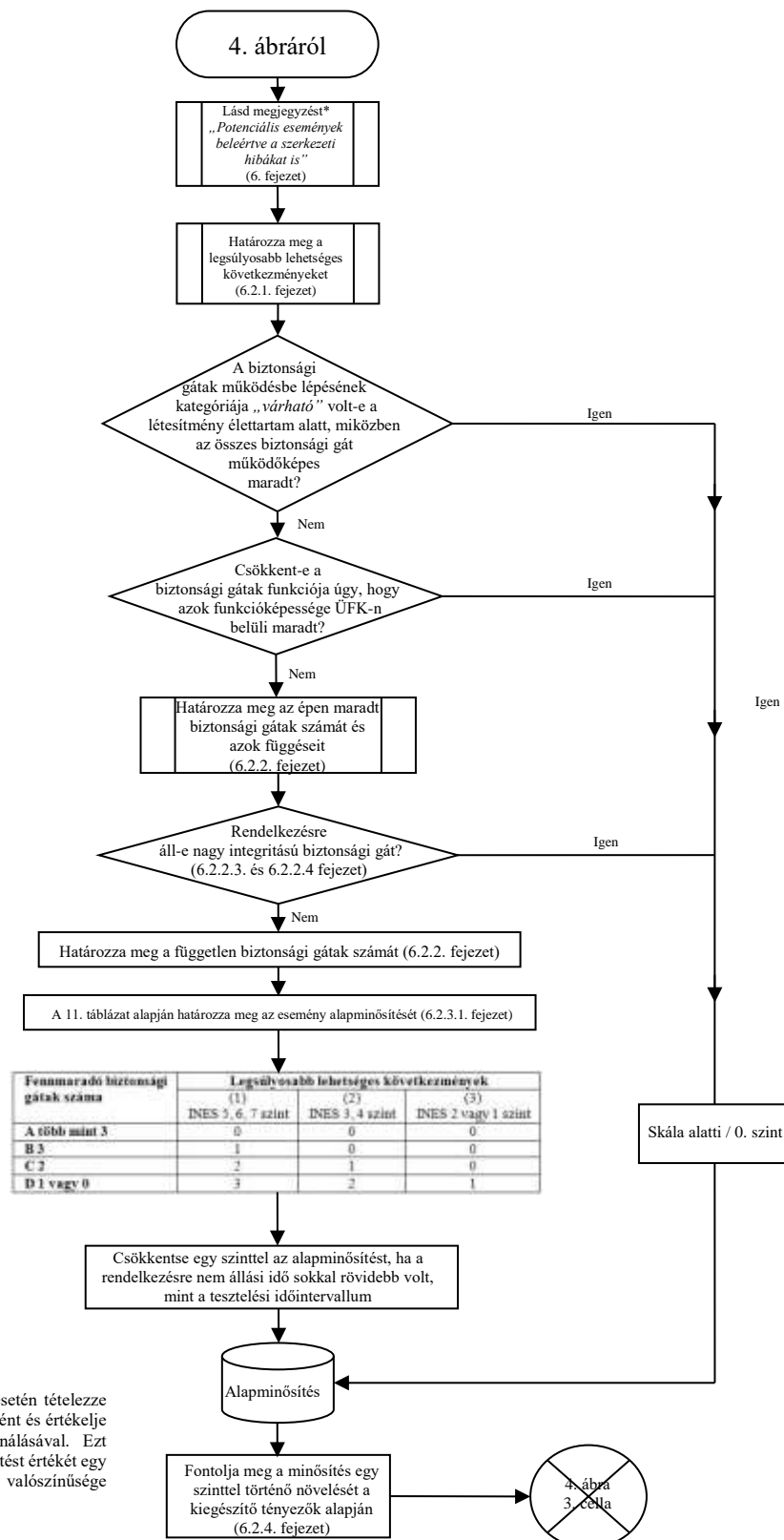
5. ábra: Minősítési eljárás szállítási és radioaktív sugárforrásokkal kapcsolatos eseményekre a mélységben tagolt védelem szerint

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**



6. ábra: Minősítési eljárás teljesítményen működő reaktorokra a mélységben tagolt védelem szerint

## Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén



7. ábra: Minősítési eljárás üzemanyagciklus-létesítményekre, kutatóreaktorokra, gyorsítókra, 1. kategóriás radioaktív sugárforrásokot alkalmazó létesítményekre és nem teljesítményen üzemelő reaktorokra a mélységben tagolt védelem szerint.

## Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén

**12. TÁBLÁZAT:** Nukleáris létesítmények eseményeinek minősítésére alkalmazott, INES-kritériumokat illusztráló példák.

Leírás és INES szint	Emberek és környezet	Radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	Mélységben tagolt védelem
<b>Nagyon súlyos baleset 7. szint</b>	Csernobil, 1986. Kiterjedt egészségügyi és környezeti hatások. A zónaleltár jelentős részének környezeti kibocsátása.		
<b>Súlyos baleset 6. szint</b>	Kysthym, Oroszország, 1957. Radioaktív anyagok jelentős kibocsátása a környezetbe egy nagy aktivitású hulladéktartály felrobbanását követően		
<b>Kiterjedtebb következményekkel járó baleset 5. szint</b>	Windscale Pile, UK, 1957. Radioaktív anyag kibocsátása a környezetbe a reaktorzóna kigyulladását követően.	Three Mile Island, USA, 1979. Reaktorzóna súlyos károsodása.	
<b>Helyi következményekkel járó baleset 4. szint</b>	Tokaimura, Japán, 1999. Munkavállalók halálos besugárzása a nukleáris létesítményben bekövetkezett kritikussági esemény után.	Saint Laurent des Eaux, Franciaország, 1980. A reaktor egyik fűtőelem-csatornájának megolvadása, telephelyen kívüli kibocsátás nélkül.	
<b>Súlyos üzemzavar 3. szint</b>	Nem volt rá példa.	Sellafield, US, 2005. Nagy mennyiségű radioaktív anyag kikerülése és létesítményen belül tartása.	Vandellós, Spanyolország, 1989. Tűz miatti majdnem-baleset, amely a biztonsági rendszer elvesztését okozta az atomerőműben.
<b>Üzemzavar 2. szint</b>	Atucha, Argentína, 2005. Egy dolgozó éves dóziskorlátán felüli besugárzása egy energetikai reaktorban.	Cadarache, Franciaország, 1993. Radioaktív szennyeződés ennek kezelésére nem tervezett területre jutása.	Forsmark, Svédország, 2006. Leromlott biztonsági funkciók, az üzemzavari áramellátó rendszer közös okú meghibásodásával az atomerőműben.
<b>Rendellenesség 1. szint</b>			Üzemeltetési korlátok sérülése egy nukleáris létesítményben.

**13. TÁBLÁZAT:** Radioaktív sugárforrásokkal és szállítással kapcsolatos események minősítésére alkalmazott INES-kritériumokat illusztráló példák.

Leírás és INES szint	Emberek és környezet	Radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok
<b>Nagyon súlyos baleset 7. szint</b>		
<b>Súlyos baleset 6. szint</b>		
<b>Kiterjedtebb következményekkel járó baleset 5. szint</b>	Goiana, Brazília, 1987. Négy ember meghalt és hat szenvedett néhány Gy dózist egy elhagyott és feltört nagy aktivitású <sup>137</sup> Cs sugárforrásból.	
<b>Helyi következményekkel járó baleset 4. szint</b>	Fleurus, Belgium, 2006. Egy dolgozót súlyos egészségügyi hatások értek egy kereskedelmi besugárzó létesítményben nagy sugárdózisok miatt.	
<b>Súlyos üzemzavar 3. szint</b>	Yanango, Peru, 1989. Egy radioaktív sugárforrás okozta súlyos sugárzási égések.	Ikitelli, Törökország, 1999. Egy nagy aktivitású <sup>60</sup> Co radioaktív sugárforrás elvesztése.
<b>Üzemzavar 2. szint</b>	USA, 2005. Egy radiográfus besugárzása a munkavállalókra vonatkozó éves dóziskorlát felett.	Franciaország, 1995. Egy gyorsítólétesítmény beléptető rendszerének meghibásodása.
<b>Rendellenesség 1. szint</b>		Egy nedvességmérő ellopása.



## 8. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Categorization of Radioactive Sources, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.9, IAEA, Vienna (2005)
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The International Nuclear Event Scale (INES) User's Manual, 2001 Edition, IAEA, Vienna (2001).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Rating of Transport and Radiation Source Events: Additional Guidance for the INES National Officers, Working Material, IAEA-INES WM 04/2006, IAEA, Vienna (2006).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Clarification for Fuel Damage Events, Working Material, IAEA-INES WM/03/2004, IAEA, Vienna (2004).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values), Emergency Preparedness and Response, EPR-D-Values-2006, IAEA, Vienna (2006).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material — 2005 Edition, IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1, IAEA, Vienna (2005).
- [7] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Safety Culture, Safety Series No. 75-INSAG-4, IAEA, Vienna (1992).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Development of an Extended Framework for Emergency Response Criteria: Interim Report for Comment, IAEA-TECDOC-1432, IAEA, Vienna (2006).
- [9] NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Health Effects Models for Nuclear Power Plant Accident Consequence Analysis, Low LET Radiation, Rep. NUREG/CR-4214, Rev.1, Part II SAND85-7185, NRC, Washington, DC (1989).
- [10] HOPEWELL, J.W., Biological Effects of Irradiation on Skin and Recommendation Dose Limits, Radiat. Prot. Dosimetry 39, 1/3 (1991) 11–24.
- [11] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The Biological Basis for Dose Limitation in the Skin, Publication 59, Ann ICRP 22, 2. Pergamon Press, Oxford (1991).
- [12] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Dosimetry of External Beta Rays for Radiation Protection, ICRU Report 56, ICRU, Bethesda, MD (1996).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 2, IAEA, Vienna (1998).

- [14] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, IAEA-TECDOC-1162, IAEA, Vienna (2000).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection (2007 Edition), IAEA, Vienna (2007).
- [17] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Defence in Depth in Nuclear Safety, INSAG-10, IAEA, Vienna (1996).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, Safety Series No. 75-INSAG-3, IAEA, Vienna (1999).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources, IAEA, Vienna, (2004).
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) User's Manual, 2008 Edition ©, International Atomic Energy Agency, Vienna (2009).

## 9. FÜGGELÉKEK

### I. A RADIOLÓGIAI EKVIVALENCIA SZÁMÍTÁSA

#### I.1. BEVEZETÉS

Ebben a függelékben olyan szorzótényezőket találunk, amelyeket egy meghatározott radionuklid aktivitásával megszorozva, olyan aktivitásértéket kapunk, amely összehasonlítható a  $^{131}\text{I}$  izotópra megadott aktivitáskorlátokkal. Az inhalációs együttható értékét a NAÜ Basic Safety Standards (BSS)<sup>13</sup>, míg a talajra történő kiülepedésből származó dózisegyütthatókat a NAÜ TEC DOC-1162 [15], számú kiadvány tartalmazza. Ezeket felhasználtuk ebben az értékelésben.

#### I.2. MÓDSZERTAN

---

<sup>13</sup> United Nations FAO, IAEA, ILO, WHO, OECD NEA, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WHO, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, NAÜ, Bécs (1996)

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Csakúgy, mint a korábbi INES-útmutatóban, itt is összehasonlítható scenáriókat és módszertant alkalmaztunk. Ezeket az alábbiakban összegezzük.

a) Telephelyen kívüli hatásra a következő két terjedési útvonalat vettük figyelembe:

- Inhalációs dózis (effektív, felnőtt lakos) a légköri radionuklid-koncentrációból,  $3,3 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s belégzési sebességgel és az inhalációs-dóztényezővel ( $D_{inh}=[Sv/Bq]$ );
- A talajra kirakódott radionuklidoktól eredő külső gamma-dózis (effektív, felnőtt lakos) 50 évre integrálva. A talajszennyezettség arányos a légköri koncentrációval, a jódra  $10^{-2}$  m/s, más anyagokra  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s lerakódási sebességgel ( $V_g$ ) számolva. Minden egyes radionuklidra számított, egységnyi talajszennyezettségből származó, 50 évre integrált dózist használunk ( $D_{gnd}=[Sv/Bqm^{-2}]$ ).

Q kibocsátott aktivitás és X talajszinti aktivitás-koncentráció időintegrál mellett a talajszinti légköri radionuklid-koncentráció ( $Bqsm^{-3}$ / kibocsátott Bq) alapján az összes dózis ( $D_{tot}$ ):

$$D_{tot}=Q \cdot X \cdot (D_{inh} \cdot \text{belégzési sebesség} + V_g \cdot D_{gnd})$$

A relatív <sup>131</sup>I radiológiai egyenértéket minden egyes radionuklidra a vonatkozó  $D_{tot}/Q \cdot X$  hányadossal lehet kiszámítani.

b) A telephelyi következményeknél csak a belégzési útvonalat és a munkavállalókra meghatározott inhalációs együtthatót vesszük figyelembe.

### I.3. ALAPADATOK

A **14. táblázat**ban található inhalációs együtthatókat a BBS-ből vettük [14], kivéve a természetes uránra vonatkozókat ( $U_{nat}$ ), mivel az nem szerepel az adott dokumentumban. Az  $U_{nat}$ -ra vonatkozó értékeket az <sup>238</sup>U, <sup>235</sup>U, <sup>234</sup>U és főbb bomlástermékeikből származó hozzájáruló értékek összegzésével számítottuk az alábbiak szerint: <sup>234</sup>U (48,9 %), <sup>235</sup>U (2,2 %) és <sup>238</sup>U (48,9 %). Ahol egy radionuklid többféle tüdőabszorpciós típussal rendelkezik, ott az inhalációs együttható maximum értékét használtuk.

A talajra kiülepedő 50 évre integrált dózisok a NAÜ TEC DOC-1162 [15], számú kiadványból származnak.

### I.4. EREDMÉNYEK

A telephelyi hatás kiszámítására alkalmazható szorzótényezőket úgy kapjuk, hogy elosztjuk az egyes radionuklidokra kapott értékeket a <sup>131</sup>I-re kapott értékekkel. Ezek értékei a **14. és 15. táblázat**ban, míg kerekített értékei a **16.**

**táblázat**ban található, abban a formában, ahogy az INES-minősítés elvégzéséhez szükség van rájuk.

**14. TÁBLÁZAT: LÉTESÍTMÉNYI SZENNYEZŐDÉSEKRE VONATKOZÓ INHALÁCIÓS EGYÜTTHATÓK**

<b>Radionuklid</b>	<b>Inhalációs együttható Sv/Bq (dolgozók)</b>	<b><sup>131</sup>I-hez viszonyított arány</b>
<sup>241</sup> Am	2,7 x 10 <sup>-5</sup>	2 454,5
<sup>60</sup> Co	1,7 x 10 <sup>-8</sup>	1,5
<sup>134</sup> Cs	9,6 x 10 <sup>-9</sup>	0,9
<sup>137</sup> Cs	6,7 x 10 <sup>-9</sup>	0,6
<sup>3</sup> H	1,8 x 10 <sup>-11</sup>	0,002
<sup>131</sup> I	1,1 x 10 <sup>-8</sup>	1
<sup>192</sup> Ir	4,9 x 10 <sup>-9</sup>	0,4
<sup>54</sup> Mn	1,2 x 10 <sup>-9</sup>	0,1
<sup>99</sup> Mo	5,6 x 10 <sup>-10</sup>	0,05
<sup>32</sup> P	2,9 x 10 <sup>-9</sup>	0,3
<sup>239</sup> Pu	3,2 x 10 <sup>-5</sup>	2 909,1
<sup>106</sup> Ru	3,5 x 10 <sup>-8</sup>	3,2
<sup>90</sup> Sr	7,7 x 10 <sup>-8</sup>	7
<sup>132</sup> Te	3 x 10 <sup>-9</sup>	0,3
<sup>235</sup> U(S) <sup>a</sup>	6,1 x 10 <sup>-6</sup>	554,5
<sup>235</sup> U(M) <sup>a</sup>	1,8 x 10 <sup>-6</sup>	163,6
<sup>235</sup> U(F) <sup>a</sup>	6 x 10 <sup>-7</sup>	54,5
<sup>238</sup> U(S) <sup>a</sup>	5,7 x 10 <sup>-6</sup>	518,2
<sup>238</sup> U(M) <sup>a</sup>	1,6 x 10 <sup>-6</sup>	145,5
<sup>238</sup> U(F) <sup>a</sup>	5,8 x 10 <sup>-7</sup>	52,7
U <sub>nat</sub>	6,25 x 10 <sup>-6</sup>	567,9

<sup>a</sup> Tüdőabszorpció-típusok: S – lassú; M – közepes; F – gyors. Bizonytalanság esetén a legkonzervatívabb értéket kell használni.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén****15. TÁBLÁZAT: ATMOZFÉRIKUS KIBOCSÁTÁSBÓL SZÁRMAZÓ INHALÁCIÓS DÓZISOK ÉS KIÜLEPEDÉSBŐL SZÁRMAZÓ DÓZISOK**

Radionuklid	50 éves dózis faktor talaj kiülepedés-ből Sv/Bqm <sup>-2</sup>	50 éves talaj kiülepedés-ből származó dózis Sv/Bqsm <sup>-3</sup>	Inhalációs együttthato (lakosság) Sv/Bq	Inhalációs dózis Sv/Bqsm <sup>-3</sup>	Összdózis Sv/Bqsm <sup>-3</sup>	<sup>131</sup> I-hez viszonyított arány
<sup>241</sup> Am	6,4 x 10 <sup>-6</sup>	1,01 x 10 <sup>-8</sup>	9,6 x 10 <sup>-5</sup>	3,17 x 10 <sup>-8</sup>	4,17 x 10 <sup>-8</sup>	8 100
<sup>60</sup> Co	1,7 x 10 <sup>-7</sup>	2,55 x 10 <sup>-10</sup>	3,1 x 10 <sup>-8</sup>	1,02 x 10 <sup>-11</sup>	2,65 x 10 <sup>-10</sup>	51
<sup>134</sup> Cs	5,1 x 10 <sup>-9</sup>	7,65 x 10 <sup>-11</sup>	2 x 10 <sup>-8</sup>	6,6 x 10 <sup>-12</sup>	1,43 x 10 <sup>-11</sup>	2,8
<sup>137</sup> Cs	1,3 x 10 <sup>-7</sup>	1,95 x 10 <sup>-10</sup>	3,9 x 10 <sup>-8</sup>	1,29 x 10 <sup>-11</sup>	2,08 x 10 <sup>-10</sup>	40
<sup>3</sup> H	0	0	2,6 x 10 <sup>-10</sup>	8,58 x 10 <sup>-14</sup>	8,58 x 10 <sup>-14</sup>	0,02
<sup>131</sup> I	2,7 x 10 <sup>-12</sup>	2,7 x 10 <sup>-12</sup>	7,4 x 10 <sup>-9</sup>	2,44 x 10 <sup>-12</sup>	5,14 x 10 <sup>-12</sup>	1
<sup>192</sup> Ir	4,4 x 10 <sup>-9</sup>	6,6 x 10 <sup>-9</sup>	6,6 x 10 <sup>-9</sup>	2,18 x 10 <sup>-12</sup>	8,78 x 10 <sup>-12</sup>	1,7
<sup>54</sup> Mn	1,4 x 10 <sup>-8</sup>	2,1 x 10 <sup>-11</sup>	1,5 x 10 <sup>-9</sup>	4,95 x 10 <sup>-13</sup>	2,15 x 10 <sup>-11</sup>	4,2
<sup>99</sup> Mo	6,1 x 10 <sup>-11</sup>	9,15 x 10 <sup>-14</sup>	9,9 x 10 <sup>-10</sup>	3,27 x 10 <sup>-13</sup>	4,18 x 10 <sup>-13</sup>	0,08
<sup>32</sup> P	6,8 x 10 <sup>-12</sup>	1,02 x 10 <sup>-14</sup>	3,4 x 10 <sup>-9</sup>	1,12 x 10 <sup>-12</sup>	1,13 x 10 <sup>-12</sup>	0,22
<sup>239</sup> Pu	8,5 x 10 <sup>-6</sup>	1,28 x 10 <sup>-8</sup>	1,2 x 10 <sup>-4</sup>	3,96 x 10 <sup>-8</sup>	5,24 x 10 <sup>-8</sup>	10 000
<sup>106</sup> Ru	4,8 x 10 <sup>-9</sup>	7,2 x 10 <sup>-12</sup>	6,6 x 10 <sup>-8</sup>	2,18 x 10 <sup>-11</sup>	2,9 x 10 <sup>-11</sup>	5,6
<sup>90</sup> Sr	2,1 x 10 <sup>-8</sup>	3,15 x 10 <sup>-11</sup>	1,6 x 10 <sup>-7</sup>	5,28 x 10 <sup>-11</sup>	8,43 x 10 <sup>-11</sup>	16
<sup>132</sup> Te	6,9 x 10 <sup>-10</sup>	1,04 x 10 <sup>-12</sup>	2 x 10 <sup>-9</sup>	6,6 x 10 <sup>-13</sup>	1,7 x 10 <sup>-12</sup>	0,33
<sup>235</sup> U(S) <sup>a</sup>	1,5 x 10 <sup>-6</sup>	2,25 x 10 <sup>-9</sup>	8,5 x 10 <sup>-6</sup>	2,81 x 10 <sup>-9</sup>	5,06 x 10 <sup>-9</sup>	980
<sup>235</sup> U(M) <sup>a</sup>	1,5 x 10 <sup>-6</sup>	2,25 x 10 <sup>-9</sup>	3,1 x 10 <sup>-6</sup>	1,02 x 10 <sup>-10</sup>	3,27 x 10 <sup>-9</sup>	640
<sup>235</sup> U(F) <sup>a</sup>	1,5 x 10 <sup>-6</sup>	2,25 x 10 <sup>-9</sup>	5,2 x 10 <sup>-7</sup>	1,72 x 10 <sup>-10</sup>	2,42 x 10 <sup>-9</sup>	470
<sup>238</sup> U(S) <sup>a</sup>	1,4 x 10 <sup>-6</sup>	2,1 x 10 <sup>-9</sup>	8 x 10 <sup>-6</sup>	2,64 x 10 <sup>-9</sup>	4,74 x 10 <sup>-9</sup>	920
<sup>238</sup> U(M) <sup>a</sup>	1,4 x 10 <sup>-6</sup>	2,1 x 10 <sup>-9</sup>	2,9 x 10 <sup>-6</sup>	9,57 x 10 <sup>-10</sup>	3,06 x 10 <sup>-9</sup>	590
<sup>238</sup> U(F) <sup>a</sup>	1,4 x 10 <sup>-6</sup>	2,1 x 10 <sup>-9</sup>	5 x 10 <sup>-7</sup>	1,65 x 10 <sup>-10</sup>	2,27 x 10 <sup>-9</sup>	440
U <sub>nat</sub>	1,8 x 10 <sup>-6</sup>	2,7 x 10 <sup>-9</sup>	1,04 x 10 <sup>-5</sup>	3,42 x 10 <sup>-9</sup>	6,12 x 10 <sup>-9</sup>	1 200
Nemesgázok						Elhanyagolható

<sup>a</sup> Tüdőabszorpciós típusok: S – lassú; M – közepes; F – gyors. Bizonytalanság esetén a konzervatívabb értéket kell alkalmazni.

**16. TÁBLÁZAT: RADIOLÓGIAI EGYENÉRTÉKEK**

Radionuklid	Szorzótényezők <sup>a</sup>	
	Létesítményi szennyeződés esetén	Légköri szennyeződés esetén
<sup>241</sup> Am	2 000	8 000
<sup>60</sup> Co	2	50
<sup>134</sup> Cs	0,9	3
<sup>137</sup> Cs	0,6	40
<sup>3</sup> H	0,0002	0,02
<sup>131</sup> I	1	1
<sup>192</sup> Ir	0,4	2
<sup>54</sup> Mn	0,1	4
<sup>99</sup> Mo	0,05	0,08
<sup>32</sup> P	0,3	0,2
<sup>239</sup> Pu	3 000	10 000
<sup>106</sup> Ru	3	6
<sup>90</sup> Sr	7	20
<sup>132</sup> Te	0,3	0,3
<sup>235</sup> U(S) <sup>b</sup>	600	1000
<sup>235</sup> U(M) <sup>b</sup>	200	600
<sup>235</sup> U(F) <sup>b</sup>	50	500
<sup>238</sup> U(S) <sup>b</sup>	500	900
<sup>238</sup> U(M) <sup>b</sup>	100	600
<sup>238</sup> U(F) <sup>b</sup>	50	400
U <sub>nat</sub>	600	1 000

<sup>a</sup> A szorzótényezők kerekített értékek.

<sup>b</sup> Tüdőabszorpciós típusok: S – lassú; M – közepes; F – gyors. Bizonytalanság esetén a konzervatívabb értéket kell alkalmazni.

## II. DETERMINISZTIKUS HATÁSOK KÜSZÖBSZINTJEI

A 2.3.1. fejezetben hivatkozott determinisztikus hatásokra vonatkozó kritériumok a megfigyelhető determinisztikus hatásokra vonatkoznak. Habár a minősítés időpontjában nem ismert, hogy ténylegesen fellép-e egy determinisztikus hatás, a függelékben található adatok felhasználhatók a dózison alapuló minősítéshez.

### II.1. Halálos determinisztikus hatások

A [10] dokumentum alapján a sugárzás miatti hirtelen elhalálozás valószínűsége, orvosi kezeléssel, a **17. táblázat**ban található különböző mértékű besugárzásokra vonatkozóan.

### II.2. További determinisztikus hatások

Külső besugárzások értékelésekor a küszöbértékek RBE-súlyozott elnyelt dózisban vannak megadva a **18. táblázat**ban. Belső sugárterhelésre vonatkozóan a küszöbértékek lekötött RBE-súlyozott elnyelt dózisban vannak megadva a **19. táblázat**ban. Az RBE-értékeket a **20. táblázat** tartalmazza. Az összes táblázat a NAÜ EPR-D értékeinek 2006 [5] egyszerűsítésével készül.

**17. táblázat:** Dóziskorlátokon felüli besugárzás miatti halálos determinisztikus hatások valószínűsége

Rövidtávú egésztest dózis (Gy)	Akut elhalálozás valószínűsége orvosi kezelés mellett (%)
0,5	0
1	0
1,5	< 5
2	< 5
3	15-30
6	50
10	90

**18. táblázat:** Külső besugárzásból származó RBE-súlyozott küszöbszintek

Besugárzás	Hatás	Szerv vagy sejtszövet	Küszöbszint érték (Gy)
Helyi besugárzás közeli radioaktív sugárforrásból	Lágy sejtszövet elüszkösödése	Lágy szövet <sup>a</sup>	25
Közvetlen besugárzás felületi szennyeződésből	Nedves hámlás	Derma vagy bőr	10 <sup>c</sup>
Egésztest-besugárzás távoli sugárforrásból vagy bemerülésből	(„b” lábjegyzet)	Felsőtest	1 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Lágy testszövet 100 cm<sup>2</sup> felületen és 0,5 cm mélységben a test felszín alatt.

<sup>b</sup> A minimális küszöbdózis, ami a teljes test azonos besugárzása esetén súlyos determinisztikus hatást okozhat. Azért az 1 Gy küszöbértéket választották, mert ez a vörös csontvelőben, a pajzsmirigyben, a szemlencsében és a reprodukciós szervekben fellépő súlyos determinisztikus hatások küszöbértékeinek alsó értéke (lásd IAEA-TECDOC-1432 [8] I-3. táblázatát).

<sup>c</sup> Legalább 100 cm<sup>2</sup> bőrfelület ilyen szintű besugárzása szükséges a súlyos determinisztikus hatások megjelenéséhez. A bőrszerkezetek dózisa 40 mg/cm<sup>2</sup> (vagy 0,4 mm) mélységben a felület alatt.

**19. táblázat:** Belső sugárterhelésből származó lekötött, RBE-súlyozott dózisok küszöbszintjei

Besugárzási útvonal	Hatás	Cél szerv vagy szövet	Küszöbérték	
			Érték (Gy)	Besugárzási időtartam ( <sup>d</sup> lábjegyzet)
Belélegzés vagy lenyelés	Vértani szindróma	Vörös csontvelő <sup>a, b</sup>	0,2 <sup>c</sup> 2 <sup>d</sup>	30
Belélegzés	Tüdőgyulladás	Fogmeder közbenső része vagy légző traktus	30	30
Belélegzés vagy lenyelés	Gyomor-, bélszindróma	Vastagbél	20	30
Belélegzés vagy lenyelés	Hipotireózis	Pajzsmirigy	2 <sup>e</sup>	365 <sup>f</sup>

<sup>a</sup> Orvosi kezelés esetén.



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

- <sup>b</sup> A  $Z \geq 90$  radionuklidoknak eltérő biokinetikai folyamatai vannak, mint a  $Z \leq 89$  nuklidoknak, emiatt eltér a belső sugárterhelés miatti dózis felépülésdinamikája a vörös csontvelőben.
- <sup>c</sup>  $Z \geq 90$  radionuklidokra.
- <sup>d</sup>  $Z \leq 89$  radionuklidokra.
- <sup>e</sup> A [9] hivatkozás A függelék értékeit alkalmazva.
- <sup>f</sup> Figyelembe véve azon radionuklidok biológiai és fizikai felezési idejét, amelyek a jelentős pajzsmirigy dózist okozzák (a I és Te izotópjai), akkor ezek a dózistényezők sokkal kevesebb, mint 365 nap besugárzási időtartamot jelentenek a valóságban, de ennek ellenére a 365 napos időtartamot használják referenciaként.

**20. táblázat: Súlyos determinisztikus egészségügyi hatásokra alkalmazott RBE-k**

Egészségügyi hatás	Kritikus szerv	Besugárzás <sup>a</sup>	RBE
Vértani szindróma <sup>b</sup>	Vörös csontvelő	Külső $\gamma$	1
		Külső $n^0$	3
		Belső $\beta, \gamma$	1
		Belső $\alpha$	2
Tüdőgyulladás	Tüdő	Belső $\beta, \gamma$	1
		Belső $\alpha$	7
GI szindróma	Vastagbél	Belső $\beta, \gamma$	1
		Belső $\alpha$	0 <sup>c</sup>
		Külső $n^0$	3
Nedves hámlás	Bőr <sup>d</sup>		1
Akut sugárzás miatti pajzsmirigy-gyulladás	Pajzsmirigy	Egyes jódiotópok felvétele <sup>e</sup>	0,2
		Más, pajzsmirigyét károsító izotópok	1
Szövethalál	Lágy szövet <sup>f</sup>	Külső $\beta, \gamma$	1

<sup>a</sup> A külső  $\beta$ -,  $\gamma$ -besugárzás magába foglalja a forrásanyagokban lezajló lefékeződés miatti dózist is.

<sup>b</sup> Orvosi kezelés esetén.

<sup>c</sup> A vastagbélben egyenletesen eloszló alfa-sugárzó izotópok esetén feltehető, hogy a bélfalat ért besugárzás elhanyagolható.

<sup>d</sup> Életre veszélyesnek tekinthető [9] 100 cm<sup>2</sup> bőrfelületre a bőrdózist 0,4 mm mélységre kell meghatározni a [10] hivatkozás, a [11] hivatkozás (305), (306) és (310) bekezdése alapján és a [12] hivatkozás 3.4.1. alfejezete alapján.

<sup>e</sup> A pajzsmirigy kritikus szövetének egységes besugárzása feltételezhetően ötször nagyobb valószínűséggel okoz determinisztikus egészségügyi hatásokat, mint a jód alacsony energiájú béta-sugárzó izotópjai (<sup>131</sup>I, <sup>129</sup>I, <sup>125</sup>I, <sup>124</sup>I és <sup>123</sup>I) által okozott belső besugárzás [9]. A pajzsmirigyben feldúsuló radionuklidok heterogén módon oszlanak el a pajzsmirigyszövetben. A <sup>131</sup>I alacsony energiájú béta-részecskéket bocsát ki, ami a kritikus pajzsmirigyszövetek besugárzását csökkenti, mivel ezek a részecskék az energiájuk egy részét más szövetekben adják le.

<sup>f</sup> 100 cm<sup>2</sup> -nél nagyobb szövet, 0,5 cm-rel a test felszíne alatt súlyos determinisztikus hatásokat okoz [8, 13]

### III. RADIOIZOTÓPOKRA VONATKOZÓ D-ÉRTÉKEK

Az alábbi adatok a NAÜ Radioaktív Sugárforrások Kategorizálása [1] dokumentumból kerültek át. Az [1] és az [5] dokumentumban két típusú D-értéket vesznek figyelembe. A D-értékek olyan aktivitásszintek, amelyek felett a forrás veszélyes, és nagy a súlyos determinisztikus hatások kiváltásának lehetősége, ha nem kezelik megfelelő biztonsággal és védettséggel. A D<sub>1</sub>-érték egy radionuklid aktivitása a sugárforrásban, ami ha kikerül az ellenőrzés alól, de nem diszpergálódik (azaz zárt marad), akkor olyan ésszerűen várható veszélyhelyzetet okozhat, amely súlyos determinisztikus egészségügyi hatásokkal jár. A D<sub>2</sub>-érték egy radionuklid aktivitása a sugárforrásban, ami ha kikerül az ellenőrzés alól, és diszpergálódik, akkor olyan ésszerűen várható veszélyhelyzetet okozhat, amely súlyos determinisztikus egészségügyi hatásokkal jár.

Az ajánlott D-értékek a D<sub>1</sub>- és D<sub>2</sub>-értékek közül a korlátozóbbak.

Ezen megközelítés következetes alkalmazása érdekében a jelen függelék két D-érték-halmazt tartalmaz. A 2. fejezethez, ahol a kritériumok diszpergált anyagra vonatkoznak, a D<sub>2</sub>-értéket kell alkalmazni (**21. táblázat**), a 4. fejezethez, ahol a kritériumok a mélységben tagolt védelemhez tartoznak, a teljes D-értéket alkalmazzuk (**22. táblázat**).

#### III.1. A 2. fejezet kritériumaihoz alkalmazandó D<sub>2</sub>-értékek

**21. táblázat:** Izotópok D<sub>2</sub> értékei

Radionuklid	D <sub>2</sub> (TBq)
<sup>241</sup> Am	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>241</sup> Am/Be	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>198</sup> Au	3x10 <sup>+1</sup>
<sup>109</sup> Cd	3x10 <sup>+1</sup>
<sup>252</sup> Cf	1x10 <sup>-2</sup>
<sup>244</sup> Cm	5x10 <sup>-2</sup>
<sup>57</sup> Co	4x10 <sup>+2</sup>
<sup>60</sup> Co	3x10 <sup>+1</sup>
<sup>137</sup> Cs	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>55</sup> Fe	8x10 <sup>+2</sup>
<sup>153</sup> Gd	8x10 <sup>+1</sup>
<sup>68</sup> Ge	2x10 <sup>+1</sup>

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Radionuklid	D <sub>2</sub> (TBq)
<sup>3</sup> H	2x10 <sup>+3</sup>
<sup>125</sup> I	2x10 <sup>-1</sup>
<sup>131</sup> I	2x10 <sup>-1</sup>
<sup>192</sup> Ir	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>85</sup> Kr	2x10 <sup>+3</sup>
<sup>99</sup> Mo	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>63</sup> Ni	6x10 <sup>+1</sup>
<sup>32</sup> P	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>103</sup> Pd	1x10 <sup>+2</sup>
<sup>147</sup> Pm	4x10 <sup>+1</sup>
<sup>210</sup> Po	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>238</sup> Pu	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>239</sup> Pu/Be	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>226</sup> Ra	7x10 <sup>-2</sup>
<sup>106</sup> Ru ( <sup>106</sup> Rh)	1x10 <sup>+1</sup>
<sup>75</sup> Se	2x10 <sup>+2</sup>
<sup>90</sup> Sr ( <sup>90</sup> Y)	1x10 <sup>0</sup>
<sup>99m</sup> Tc	7x10 <sup>+2</sup>
<sup>204</sup> Tl	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>170</sup> Tm	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>169</sup> Yb	3x10 <sup>+1</sup>

**III.2. A 4. fejezet kritériumaihoz alkalmazandó D-értékek****22. táblázat: Izotópok D-értékei**

Radionuklid	D <sub>2</sub> (TBq)
<sup>241</sup> Am	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>241</sup> Am/Be	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>198</sup> Au	2x10 <sup>-1</sup>
<sup>109</sup> Cd	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>252</sup> Cf	2x10 <sup>-2</sup>
<sup>244</sup> Cm	5x10 <sup>-2</sup>

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Radionuklid	D <sub>2</sub> (TBq)
<sup>57</sup> Co	7x10 <sup>-1</sup>
<sup>60</sup> Co	3x10 <sup>-2</sup>
<sup>137</sup> Cs	1x10 <sup>-1</sup>
<sup>55</sup> Fe	8x10 <sup>+2</sup>
<sup>153</sup> Gd	1x10 <sup>0</sup>
<sup>68</sup> Ge	7x10 <sup>-1</sup>
<sup>3</sup> H	2x10 <sup>+3</sup>
<sup>125</sup> I	2x10 <sup>-1</sup>
<sup>131</sup> I	2x10 <sup>-1</sup>
<sup>192</sup> Ir	8x10 <sup>-2</sup>
<sup>85</sup> Kr	3x10 <sup>+1</sup>
<sup>99</sup> Mo	3x10 <sup>-1</sup>
<sup>63</sup> Ni	6x10 <sup>+1</sup>
<sup>32</sup> P	1x10 <sup>+1</sup>
<sup>103</sup> Pd	9x10 <sup>+1</sup>
<sup>147</sup> Pm	4x10 <sup>+1</sup>
<sup>210</sup> Po	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>238</sup> Pu	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>239</sup> Pu/Be	6x10 <sup>-2</sup>
<sup>226</sup> Ra	4x10 <sup>-2</sup>
<sup>106</sup> Ru ( <sup>106</sup> Rh)	3x10 <sup>-1</sup>
<sup>75</sup> Se	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>90</sup> Sr ( <sup>90</sup> Y)	1x10 <sup>0</sup>
<sup>99m</sup> Tc	7x10 <sup>-1</sup>
<sup>204</sup> Tl	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>170</sup> Tm	2x10 <sup>+1</sup>
<sup>169</sup> Yb	3x10 <sup>-1</sup>

**III.3. Összesített értékek meghatározása**

Abban az esetben, ha több radioaktív sugárforrás vagy küldeménydarab is érintett, az összesített D-értéket határozzuk meg. A Radioaktív Sugárforrások Kategorizálása [1] és a Radioaktív Anyagok Biztonságos Szállításának

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

Szabályzata [6] dokumentumokban található útmutató alapján az összetett érték az alábbiak szerint számítandó:

$$1/D = \sum f_i / D_i$$

ahol D az összetett D-érték,  $f_i$  az  $i$  izotóp aránya és  $D_i$  az  $i$  izotóp D-értéke, vagy

$$A/D = \sum A_i / D_i$$

ahol A a teljes aktivitás, és  $A_i$  az  $i$  izotóp aktivitása.

## IV. RADIOAKTÍV SUGÁRFORRÁSOK KATEGORIZÁLÁSA GYAKORI ALKALMAZÁSOK ALAPJÁN

Az információ a NAÜ Radioaktív Sugárforrások Kategorizálása [1] dokumentumból származik.

### 23. táblázat: Gyakori alkalmazások kategorizálása

Kategória	Gyakori alkalmazások kategorizálása	Tipikus izotópok
1	Radioizotópos thermo-elektromos generátorok (RTG)	$^{90}\text{Sr}$ , $^{238}\text{Pu}$
	Besugárzók	$^{60}\text{Co}$ , $^{137}\text{Cs}$
	Teleterápia	$^{60}\text{Co}$ , $^{137}\text{Cs}$
	Rögzített, többsugaras terápia (gammakés)	$^{60}\text{Co}$
2	Ipari gammaradiográfia	$^{60}\text{Co}$ , $^{75}\text{Se}$ , $^{192}\text{Ir}$ , $^{169}\text{Yb}$ , $^{170}\text{Tm}$
	Nagy/közepes dózisteljesítményű brachyterápia	$^{60}\text{Co}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{192}\text{Ir}$
3	Rögzített ipari műszerek:	
	Szintmérők	$^{60}\text{Co}$ , $^{137}\text{Cs}$
	Liszt-, cukormérők	$^{60}\text{Co}$ , $^{137}\text{Cs}$
	Nagy aktivitású sugárforrást tartalmazó futószalagmérők	$^{137}\text{Cs}$ , $^{252}\text{Cf}$
	Forgó csőmérők	$^{137}\text{Cs}$
	Kútkitermelés-mérők	$^{241}\text{Am}/\text{Be}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{252}\text{Cf}$
4	Alacsony dózisteljesítményű brachyterápia (kivéve szemlemezek és beültetett sugárforrások)	$^{125}\text{I}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{192}\text{Ir}$ , $^{198}\text{Au}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{252}\text{Cf}$
	Vastagság-, töltöttség-szint-mérők	$^{85}\text{Kr}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{241}\text{Am}$ , $^{147}\text{Pm}$ , $^{244}\text{Cm}$
	Hordozható mérőműszerek (pl. nedvesség-, sűrűségmérők)	$^{137}\text{Cs}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{241}\text{Am}/\text{Be}$ , $^{252}\text{Cf}$

	Csontfeketedés-mérő	$^{109}\text{Cd}$ , $^{125}\text{I}$ , $^{153}\text{Gd}$ , $^{241}\text{Am}$
	Statikus eliminátorok	$^{210}\text{Po}$ , $^{241}\text{Am}$
	Alacsony dózisteljesítményű brachyterápia (szemlemezek és beültetett sugárforrások)	$^{90}\text{Sr}$ , $^{106}\text{Ru/Rh}$ , $^{103}\text{Pd}$
	Röntgen fluoreszenciás eszközök	$^{55}\text{Fe}$ , $^{109}\text{Cd}$ , $^{57}\text{Co}$
5	Elektronbefogó eszközök	$^{63}\text{Ni}$ , $^3\text{H}$
	Mössbauer spektrometria	$^{57}\text{Co}$
	Pozitron emissziós tomográfia (PET) ellenőrző sugárforrások	$^{68}\text{Ge}$

## 10. MELLÉKLETEK

### I. MÉLYSÉGBEN TAGOLT VÉDELEM

Bármely radioaktív vagy nukleáris anyag használatával, kezelésével összefüggő tevékenység biztonságos kivitelezése az alábbi három alapvető biztonsági funkció fenntartásával biztosítható:

- (1) A reaktivitás vagy a folyamat állapotának szabályozása;
- (2) Radioaktív anyag hűtése;
- (3) Radiológiai kontroll (pl. radioaktív anyagok visszatartása és árnyékolása).

Ezek a biztonsági funkciók atomerőművek üzeme esetén az alábbi fogalmak használatával pontosíthatók:

- (1) Reaktivitásszabályozás;
- (2) Üzemanyag-hűtés;
- (3) Visszatartás.

Egyes tevékenységek esetén a fenti biztonsági funkciók nem mindegyike releváns (pl. ipari radiográfia esetén csak a harmadik funkció releváns).

A biztonsági funkciók mindegyikének teljesülését biztosítja a jó tervezés, a jól szabályozott üzemelés és a különböző nukleáris biztonság szempontjából fontos rendszerek, a biztonsági rendszerek és adminisztratív korlátok. A mélységben tagolt védelem általánosan alkalmazható ezen tényezők mindegyikére. A megfelelő tervezés tartalékokat képez a lehetséges

berendezés-meghibásodások, az emberi hibák és a nem tervezett események bekövetkezésének esetére.

A mélységben tagolt védelem ennek megfelelően a konzervatív tervezés, a minőségbiztosítás, a felügyelet, a következményeket enyhítő intézkedések és az általános biztonsági kultúra együttese, melyek erősítik az egymást követő szinteket.

A mélységben tagolt védelem alapvető fontosságú a jelentősebb nukleáris és radiológiai létesítmények tervezésekor és üzemeltetésekor. A NAÜ Biztonsági Sorozat 75-INSAG-3 [18] dokumentum az atomerőművek biztonsági alapelveiről megállapítja:

„A lehetséges emberi és műszaki meghibásodások kompenzálására a mélységben tagolt védelmet alkalmazzák több egymást követő védelmi szinttel, melyek magukba foglalják a radioaktív anyagok környezetbe történő kibocsátásának megakadályozására szolgáló, egymást követő gátakat. A koncepció magába foglalja a gátak védelmét, a létesítménnyel vagy magukkal a gátakkal szembeni sérülések elkerülését. Magába foglalja továbbá azokat az intézkedéseket, amelyek célja a lakosság és a környezet megóvása azon veszélyektől, ami ezen gátak teljes rendelkezésre állásának hiányában lép fel.”

A mélységben tagolt védelmet több különböző módon lehet vizsgálni. Például a kibocsátást akadályozó gátak (nukleáris létesítmény esetén pl. üzemanyag, burkolat, reaktortartály, kibocsátás-visszatartása) számát lehet figyelembe venni, de ugyanígy azon rendszerek számát is, melyek meghibásodása egy baleset bekövetkezéséhez vezet (például külső betáplálás elvesztése és egyidejűleg az összes dízel meghibásodása). Ez utóbbi megközelítést alkalmazza az INES-minősítési eljárás.

A létesítmény biztonsági igazolásában az üzemi rendszereket meg kell különböztetni a biztonságot szavatoló további megoldásoktól. Ha az üzemi rendszerek meghibásodnak, akkor a mélységben tagolt védelem következő szintjén található, biztonságot szavatoló további megoldások válnak aktívvá, hogy fenntartsák a biztonsági funkció ellátását. A biztonságot szavatoló megoldások lehetnek belső szabályozások, adminisztratív korlátok, passzív vagy aktív rendszerek, amiket általában redundáns módon építenek ki, míg üzemképességüket az ÜFK-ban határozzák meg.

A biztonságot szavatoló megoldások működésbe lépésének gyakoriságát minimalizálja a jó tervezés, üzemeltetés, karbantartás és felügyelet. A reaktor primerkör-sérülésének gyakorisága vagy egy újrafeldolgozó üzem létfontosságú csővezetékeinek vagy tartályainak meghibásodása minimalizálható a tervezési tartalékokkal, minőségellenőrzéssel, üzemi



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

korlátozásokkal és felügyelettel. Hasonlóan minimalizálható a reaktortranziensek gyakorisága üzemi eljárásokkal és szabályozó rendszerekkel. A normál üzemi és szabályzórendszerek hozzájárulnak a biztonságot szavatoló megoldások működésbelépési gyakoriságának minimalizálásához.

Az INSAG-10 [17] (ami az INES kifejlesztése óta íródott), sokkal több részletet tartalmaz a mélységben tagolt védelem megvalósításáról a tervezés és üzemeltetés folyamatában.

A **24. táblázat** bemutatja az INSAG-10-ben leírt koncepció alkalmazását, a mélységben tagolt védelem INES szerinti értékelésekor.

**24. táblázat:** Mélységben tagolt védelem tervezéskor és az üzemeltetés során

<b>INES-en belüli kezelés</b>			
<b>Célkitűzés</b>	<b>Megvalósít ás eszköze</b>	<b>Energetikai reaktorok esetén (5. fejezet)</b>	<b>Más létesítmények esetén (6. fejezet)</b>
Normálistól eltérő üzemelés és meghibásodások megelőzése	Konzervatív tervezés, magas minőségű kivitelezésben és üzemeltetésben	A kezdeti esemény valószínűségének figyelembevételével.	Az egyes jól megtervezett rendszereket, mint biztonsági gátakat veszik figyelembe.
Normálistól eltérő állapotok kezelése, meghibásodások észlelése	Kezelő, korlátozó és védelmi rendszerek, és más felügyeleti eszközök.	A kezelő és felügyeleti eszközöket a kezdeti esemény valószínűségében veszik figyelembe. A védelmi rendszerek a biztonsági rendszerek részei, és így a biztonsági funkció működőképességében veszik azokat figyelembe.	Egy vagy több biztonsági gátat vesznek figyelembe.
Tervezési üzemzavarok kezelése	Mérnöki biztonsági eszközök és üzemzavarkezelési eljárások.	A biztonsági funkció működőképességén/rendelkezés-re állásán keresztül veszik figyelembe.	Egy vagy több biztonsági gátat vesznek figyelembe.
Súlyos létesítményállapotok kezelése, beleértve a baleset fejlődésének megelőzését és a súlyos baleset következményeinek enyhítését	Kiegészítő intézkedések és balesetkezelés	A biztonsági funkció működőképességén/rendelkezés-re állásán keresztül veszik figyelembe.	Egy vagy több biztonsági gátat vesznek figyelembe.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Radioaktív anyagok jelentős környezeti kibocsátása radiológiai hatásainak enyhítése

Telephelyen kívüli veszélyhelyzet-kezelés.

Nem része a mélységben tagolt védelemnek. Ezek az intézkedések a ténylegesen fellépő következményeket úgy befolyásolják, ahogy az INES-kézikönyv korábbi fejezeti figyelembe veszik.

Nem része a mélységben tagolt védelemnek. Ezek az intézkedések a ténylegesen fellépő következményeket úgy befolyásolják, ahogy az INES-kézikönyv korábbi fejezeti figyelembe veszik.

## II. VALÓS ESEMÉNYEK ALAPJÁN KIDOLGOZOTT PÉLDÁK

### Kidolgozott példák a 2. fejezethez kapcsolódóan

Ezen példák célja a kézikönyv 2. fejezetében leírt minősítési útmutató gyakorlati példákon keresztüli bemutatása. A példák valós eseményeken alapulnak, de kisebb módosítást tartalmaznak annak érdekében, hogy megmagyarázzák az útmutató különböző részeinek használatát. Az ebben a fejezetben kapott minősítés nem feltétlenül adja meg a végleges minősítést, mivel szükség lehet a 3-6. fejezetekben található kritériumok vizsgálatára a végleges minősítés meghatározása előtt.

#### 1. példa: Egy villanyszerelő dóziskorlátokon felüli besugárzása egy kórházban – INES 2

##### *Eseményleírás*

Amikor egy munkavállaló új radioterápiás gépet szerelt és szabályozott be egy kórházban, nem volt tudatában annak, hogy egy villanyszerelő egy szinttel feljebb, a gép feletti helyiségben dolgozik. Tesztelte a gépet, aminek során a sugárnyalábot a plafon felé irányította és a villanyszerelőt valószínűleg besugározta. A becsült egésztest-besugárzás nagysága 80 és 100 mSv effektív dózis közé esett. A villanyszerelő nem mutatott determinisztikus tüneteket, de elővigyázatossággéppen vértesztet végeztek. Ahogy várható volt ilyen szintű dózis esetén, a vérteszt negatív eredményt adott.

##### *A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.2.1. Kibocsátott aktivitás	Nem alkalmazható. Nincs kibocsátás.
2.3. Személyi dózisok	Egy – a lakosság tagjának számító – nem sugárvédelmi ellenőrzés alatt álló munkavállaló kapott 10 mSv-nél magasabb, de a sugárvédelmi ellenőrzés alatt álló munkavállalókra vonatkozó hatósági éves dóziskorlát tízszeresénél alacsonyabb effektív dózist. Determinisztikus egészségügyi hatások nem léptek fel. Minősítési szint: INES 2
Minősítés az emberekre és a környezetre vonatkozó hatás alapján	INES 2

**2. példa: Egy radiográfus besugárzása I. – INES 2***Eseményleírás*

Egy radiográfus a radioaktív sugárforrás megvezetőcsövének a radiográf kameráról való lecsatlakoztatása során észlelte, hogy a sugárforrás nem volt teljesen árnyékolt pozícióban. A besugárzó eszköz egy 807 GBq  $^{191}\text{Ir}$  zárt sugárforrást tartalmazott. A radiográfus észlelte, hogy a zsebén viselt ionizációs kamra-típusú doziméter a mérési tartományán kívüli értéket jelzett, majd értesítette a vállalat sugárvédelmi megbízottját. Mivel végtag dozimétereket általában nem használnak radiográfiai műveletek során, a sugárvédelmi megbízott megbecsülte a kapott dózist. Ennek alapján a radiográfus 3,3-3,6 Gy végtagdózist kaphatott, ami magasabb, mint az 500 mSv értékű, bőrre vagy végtagra vonatkozó éves hatósági dóziskorlát. Az egészségteszt-mérés eredményei kimutatták, hogy a radiográfus körülbelül 2 mSv egészségteszt-dózist kapott. A radiográfust megfigyelésre kórházba szállították, de rövid időn belül kiengedték, mert determinisztikus hatások nem voltak megfigyelhetők.

A kivizsgálás szerint az érintett személy a csípőjén viselte a dózismérőjét, és így a teste leárnyékolhatta a dózismérőt.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritériumok</b>	<b>Magyarázat</b>
2.2.1. Kibocsátott aktivitás	Nem alkalmazható. Nincs kibocsátás.
2.3. Személyi dózisok	Egy munkavállaló kapott az éves korláton felüli dózist. A besugárzás nem járt determinisztikus hatással. INES 2 (ha figyelembe vesszük a doziméter lehetséges leárnyékolását is, az effektív dózis akkor is jóval az INES 3 szinthez tartozó kritériumok alatt volt).
Minősítés az emberekre és a környezetre vonatkozó hatás alapján	INES 2

**3. példa: Egy radiográfus besugárzása II. – INES 3***Eseményleírás*

Három munkavállaló egy 3,3 TBq  $^{192}\text{Ir}$ -sugárforrást használva végzett ipari radiográfiai vizsgálatot egy 22,5 m magas épületszerkezeten. Valamilyen

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

okból az  $^{192}\text{Ir}$ -sugárforrás nem volt megfelelően rögzítve a berendezésben, és a munka befejezésekor, mikor az egyik munkás kicsavarta a vezetőcsövet, a sugárforrás kiesett anélkül, hogy észlelték volna (a radiográfusok sem sugármérőket, sem dózismérőket nem használtak). A munkavállalók elhagyták a helyszínt, és a következő este (23:00-kor) egy alkalmazott találta meg a radioaktív sugárforrást, de nem tudta, hogy mi lehet az. Megmutatta a sugárforrást egy másik alkalmazottnak, aki észlelte, hogy az első alkalmazottnak megduzzadt az arca. Az első alkalmazott átadta a radioaktív sugárforrást a kollégájának, és lement, hogy megmossa az arcát. A második alkalmazott kezében a radioaktív sugárforrással lemászott az épületszerkezetről. A két alkalmazott eldöntötte, hogy átadják a radioaktív sugárforrást a munkavezetőjüknek. A munkavezető irodájába mentek, ahol egy másik vállalat munkavállalójának dozimétere riasztást adott és jelezte a magas sugárzási teret. Felismerték, hogy egy radioaktív sugárforrás van a közelben és tájékoztatták az alkalmazottakat, hogy a talált fémdarab egy veszélyes radioaktív sugárforrás, majd utasították őket, hogy tegyék azonnal biztonságos helyre. A radioaktív sugárforrást egy csőbe tették, majd felvették a kapcsolatot a cég tulajdonosával. Ezt követően a radioaktív sugárforrást biztonságos helyen tárolták. Körülbelül fél óra telt el a sugárforrás megtalálása és biztonságba helyezése között. A három alkalmazottat (építőmunkást) orvosi vizsgálatra küldték (beleértve citogenetikai vizsgálatot), majd kórházba szállították. Egyikük determinisztikus hatásokat mutatott (súlyos sugárzási égéseket az egyik kezén). Az ipari radiográfiai vállalat öt munkavállalóján (alkalmazottján) is végeztek vérvizsgálatot citogenetikai laboratóriumban, de radioaktív sugárzás okozta tünetet nem találtak.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.2. Kikerült aktivitás	Nem alkalmazható.
2.3. Személyi dózisosok	Egy alkalmazott esetén észlelték radioaktív sugárzás okozta determinisztikus hatások tüneteit. Emiatt az eseményt INES 3 szintre minősítették.
Minősítés az emberekre és a környezetre vonatkozó hatás alapján	INES 3

#### 4. példa: Egy elhagyott nagy aktivitású radioaktív sugárforrás feltörése – INES 5

##### Eseményleírás

Egy magánkézben lévő radioterápiás intézet új épületbe költözött, ahova magával vitt egy  $^{60}\text{Co}$  teleterápiás készüléket. Az intézet a költözés során maga után hagyott egy 51 TBq  $^{137}\text{Cs}$  teleterápiás egységet. Az intézet részére kiadott működési engedélyben levő feltételek és előírások ellenére a teleterápiás egység hátrahagyásáról nem értesítették a hatóságot. Az intézet korábbi épületét ezt követően részben lebontották, aminek eredményeként a  $^{137}\text{Cs}$  teleterápiás egység árnyékolása és fizikai védelme megszűnt. Két ember (akik nem tudták, hogy mire való az eszköz), belépve az épületbe észrevették a készüléket. Mivel hulladékvasként akarták értékesíteni, a készüléket hazavitték és megpróbálták szétszerelni. A próbálkozás során a forrás tokja eltörött. A radioaktív sugárforrás céziumklorid-só formában volt, ami jól oldódik, és könnyen szétszóródik, emiatt több ember kontaminálódott és szenvedett besugárzást.

A készülék maradványait hulladékként eladták egy fémkereskedőnek. Ő észlelte, hogy a forrás anyaga kéken világít a sötétben. Ez annyira érdekes volt, hogy barátok és rokonok jöttek megnézni a jelenséget, és a forrás rizsszemméretű darabjait számos család között szétosztották. Az érdeklődők közül többen mutattak gyomor- és bélrendszeri (gastrointestinalis) tüneteket a forrásból származó sugárzás miatt (a tüneteket először nem a radioaktív besugárzásnak tulajdonították). Végül az egyik besugárzott személy kapcsolatot talált a betegségek és a sugárforrás között, és a maradékokat elvitte a városi közegészségügyi hivatalba.

Ezzel az események olyan láncolatát indította el, amely a baleset felfedezéséhez vezetett. A hatóság vizsgálta és értékelte a balesetet, és intézkedéseket tett az érintett területek evakuálására. Számos további, jelentősen szennyezett területet azonosítottak, és az ott lakókat szintén kimenekítették. Az esemény kapcsán nyolc ember mutatott akut sugárzási tüneteket, közülük négy személy meghalt a besugárzás miatt.

##### A minősítés magyarázata

Kritériumok	Magyarázat
2.2. Kikerült aktivitás	A készülék rongálása miatt az aktivitás nagy része a környezetbe került. A <b>II. függelék</b> alapján a $^{137}\text{Cs}$ $D_2$ -értéke 20 TBq, így a kibocsátás közel 2,5-szerese a $D_2$ -értéknek, ami jóval alacsonyabb, mint az

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Kritériumok	Magyarázat
	INES 4 szintre megadott érték („ <i>nagyobb, mint a D<sub>2</sub>-érték 250-szerese</i> ”).
2.3. Személyi dózisosok	Ha a sugárzás miatt egy ember hal meg, akkor az esemény minősítése INES4-es, de mivel ebben az esetben 4 ember halt meg, ezért a minősítést egy szinttel emelni kell.
Minősítés az emberekre és a környezetre vonatkozó hatás alapján	INES 5

**5. példa: <sup>131</sup>I kibocsátása atomreaktorból – INES 5***Eseményleírás*

Egy levegőhűtéses, plutóniumot előállító reaktor grafitmoderátora tüzet fogott, ami jelentős mennyiségű radioaktív anyag kibocsátását okozta. A tűz a grafitszerkezet hőkezelési folyamata alatt ütött ki. A normál üzem során a grafitatomokkal ütköző neutronok torzulást okoztak a grafit kristályszerkezetében. Ez a torzulás a grafitrácsban a feszültség növekedéséhez vezetett. A grafit szerkezetének helyreállításához és a keletkezett feszültség csökkentéséhez ellenőrzött hőkezelési folyamatot alkalmaztak. A művelet során azonban a fémurán-üzemanyag és a grafit reakcióba lépett a levegővel és a grafit kigyulladt. A normálistól eltérő állapotot a létesítménytől körülbelül 800 méterre elhelyezkedő levegőmintavevő készülékek jelezték. A radioaktivitás szintje tízszeresen meghaladta a levegő normál aktivitását. A reaktorépülethez közelebb vett minták igazolták, hogy radioaktív kibocsátás történt. A reaktor aktív zónájának vizsgálata kimutatta, hogy az üzemanyagelemek közel 150 csatornában túlmelegedtek. Több órán keresztül különböző módszerekkel próbálkoztak megfékezni a tüzet. Végül sikerült kikapcsolni a hűtőventilátorokat és elárasztani a tűzfészket, így a tűz kialudt. A reaktort lehűtötték. A kibocsátott aktivitást megbecsülték, ami szerint 500-700 TBq <sup>131</sup>I és 20-40 TBq <sup>137</sup>Cs kerülhetett ki a környezetbe. Determinisztikus hatások nem léptek fel, és senki nem szenvedett a munkavállalókra vonatkozó, éves hatósági egésztest-korlát tízszeresénél nagyobb dózist.



*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.2. Kikerült aktivitás	A 2.2.1. fejezet <b>2. táblázata</b> alapján a $^{137}\text{Cs}$ -ra vonatkozó radiológiai egyenérték 40, azaz a teljes kibocsátás radiológiai szempontból egyenértékű 1300, illetve 2300 TBq közötti $^{131}\text{I}$ -kibocsátással. Mivel a felső korlát jóval 5000 TBq alatt van, ezért az esemény INES 5-ös minősítésű (egyenértékű 100 és 1000 TBq közötti $^{131}\text{I}$ -kibocsátással).
2.3. Személyi dózisosok	Nem alkalmazható. Tényleges személyi dózisosok nem ismertek, de mivel senki nem kapott az INES 3-as szintet megközelítő dózist, ezért a személyi dóziskritérium miatt nincs indok annál magasabb minősítési szintre, mint amit a radioaktív kibocsátás indokol.
Minősítés az emberekre és a környezetre vonatkozó hatás alapján	INES 5

**6. példa: Nagy aktivitású radioaktív hulladék-tároló tartály túlmelegedése egy reprocesszáló létesítményben – INES 6***Eseményleírás*

Egy nagy aktivitású radioaktív hulladék-tároló tartály hűtési rendszere meghibásodott, ami miatt a tartály tartalmának hőmérséklete megemelkedett. A száraz nitrát- és acetátsók ezt követő robbanása 75 tonna TNT erejének felelt meg. A 2,5 méter vastag betonfedél 30 méterre repült. Óvintézkedéseket tettek, köztük kimenekítést hajtottak végre a súlyos egészségügyi hatások megelőzése és csökkentése végett.

A kibocsátás legjelentősebb komponense 1000 TBq  $^{90}\text{Sr}$  és 13 TBq  $^{137}\text{Cs}$  volt. Nagy, 300x50 km-es terület szennyeződött el több mint 4 kBq/m<sup>2</sup>  $^{90}\text{Sr}$ -el.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.2. Kikerült aktivitás	A 2.2.1. fejezet <b>2. táblázata</b> alapján a $^{90}\text{Sr}$ -re és a $^{137}\text{Cs}$ -ra vonatkozó radiológiai egyenérték 20 és 40, így a teljes kibocsátás radiológiailag egyenértékű 20500 TBq $^{131}\text{I}$ kibocsátásával. Emiatt az esemény minősítése INES 6-os szintű (egyenértékű 1000 és 10000 TBq közötti $^{131}\text{I}$ -kibocsátással).
2.3. Személyi dózisek	Figyelmen kívül hagyható, mivel az esemény már az INES 6-os szintre van minősítve.
Minősítés tényleges következmények alapján	INES 6

**7. példa: Jelentős radioaktivitás kibocsátása kritikussági balesetet és tüzet követően – INES 7***Eseményleírás*

Tervezési hiányosságok, egy rosszul tervezett és kivitelezett kísérlet a reaktor szuperkritikusságához vezetett. Sikertelenül próbálták a reaktort leállítani. A szabályzó- és biztonságvédelmi rudak megakadtak, így csak egyharmaduk került a zónába, és nem tudták leállítani a láncreakciót. A reaktor hőteljesítménye közel 30 GW-ra növekedett, amely tízszerese a normál üzemi teljesítménynek. Az üzemanyagrudak elkezdtek megolvadni. A gőznyomás gyorsan növekedett, ami végül óriási gőzrobbanáshoz vezetett. A keletkező gőz függőlegesen haladt a rudakat magukba foglaló csatornák mentén a reaktorban, elmozdítva és szétrombolva a reaktor fedelét, eltörve a hűtőcsöveket, majd egy lyukat fúrva a tetőben. Miután a tető egy része elszállt, a beáramló oxigén és a reaktorüzemanyag, valamint a grafitmoderátor rendkívül magas hőmérséklete miatt a grafit tüzet fogott. Ez a tűz jelentősen hozzájárult a radioaktív anyagok kibocsátásához és távoli területek elszennyezéséhez. A teljes kibocsátott radioaktívanyag-mennyiség körülbelül 14 millió TBq volt, ami 1,8 millió TBq  $^{131}\text{I}$ -et, 85.000 TBq  $^{137}\text{Cs}$ -ot és más cézium-radionuklidokat, 10.000 TBq  $^{90}\text{Sr}$ -ot és további más, jelentős egészségügyi hatásokat okozó izotópokat tartalmazott.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.2. Kikerült aktivitás	A 2.2.1. fejezet <b>2. táblázata</b> alapján a $^{90}\text{Sr}$ -ra és a $^{137}\text{Cs}$ -ra vonatkozó radiológiai egyenérték 20 és 40, így a teljes kibocsátás radiológiailag egyenértékű 5,4 millió TBq $^{131}\text{I}$ kibocsátásával. Emiatt a legmagasabb szintű a skála szerinti minősítés (INES 7 – egyenértékű több tízezer TBq $^{131}\text{I}$ kibocsátásával). Ugyan több izotóp is szerepelhet a kibocsátásban, de ezeket nem szükséges figyelembe venni, mert már az eddig figyelembe vett izotópok is az INES 7-es szintre való minősítést igazolják.
2.3. Személyi dózisosok	Figyelman kívül hagyható, mivel az esemény már INES 7-es szintre van minősítve.
Minősítés az emberekre és a környezetre vonatkozó hatás alapján	INES 7

**Kidolgozott példák a 3. fejezethez kapcsolódóan**

A példák a kézikönyv 3. fejezetében leírt minősítési útmutatást illusztrálják. A példák valós eseményeken alapulnak. A táblázatok utolsó sora megadja az INES-skála szerinti minősítést (figyelembe véve a 2. és 3. fejezetek kritériumait). A kézikönyv gyakorlati alkalmazásakor ezek a minősítések az adott esemény értékelése esetén változhatnak.

**8. példa: Sugárforrást gyártó laboratóriumban bekövetkezett esemény – INES 0***Eseményleírás*

Az esemény egy  $^{137}\text{Cs}$ -sugárforrást gyártó laboratóriumban következett be a laboratóriumépület egy másik részében végzett felújítási munkák miatt, mivel problémák voltak a negatív nyomáskülönbség megtartásával. Az esemény  $^{137}\text{Cs}$ -levegőszennyezéshez vezetett a laboratóriumban és a laboratóriumhoz tartozó folyosón.

Az esemény miatt mind a munkavállalók, mind a lakosság tagjai alacsony dózisoskat (<1 mSv) szenvedtek el. A mérések kimutatták, hogy a létesítményben terjedő aktivitás mennyisége körülbelül 3-4 GBq  $^{137}\text{Cs}$ , míg a

szellőzőrendszeren a környezetbe került aktivitás mennyisége körülbelül 1-10 GBq volt.

#### *A minősítés magyarázata*

<b>Kritériumok</b>	<b>Magyarázat</b>
2.2. Kikerült aktivitás	A 2.2.1. fejezet <b>2. táblázata</b> alapján 1-10 GBq <sup>137</sup> Cs radiológiailag egyenértékű 40-400 GBq <sup>131</sup> I-gyel, ami sokkal alacsonyabb, mint „több tíz és száz TBq közötti <sup>131</sup> I” kikerülési kritériumhoz tartozó minősítési érték, így az ezen kritérium szerinti helyes minősítési érték az INES 0.
2.3. Személyi dózisok	Minden dózis alacsonyabb, mint 1 mSv, így a minősítés a személyi dózisok alapján INES 0.
3.2. Létesítményi radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	A 3.3. fejezet <b>4. táblázata</b> alapján 4 GBq <sup>137</sup> Cs kikerülése 2,4 GBq <sup>131</sup> I kikerülésével egyenértékű, ami sokkal alacsonyabb, mint a „néhányszor tíz GBq <sup>131</sup> I” szennyeződésterjedési kritériumhoz tartozó minősítési érték.
A minősítés	INES 0.

## **9. példa: Üzemanyag-sérülés egy reaktorban – INES 0**

### *Eseményleírás*

A reaktor üzeme során a hűtőközeg aktivitásának enyhe növekedését észlelték, ami az üzemanyag kisebb mértékű sérülésének bekövetkezését jelezte. A sérülési szint alapján a további üzemeltetést elfogadhatónak tartották. A reaktor-hűtőközeg aktivitása alapján az üzemeltető a 3400 üzemanyagrúd közül néhány sérülését várta az üzemanyag-átrakás során. A tényleges ellenőrzés azt mutatta, hogy közel 200 rúd (a teljes mennyiség 6%-a) sérült, de üzemanyag-olvadás vagy jelentős radionuklid-kikerülés az üzemanyagmátrixból nem történt. Az esemény okaként idegen test jelenlétét állapították meg a reaktor-hűtőközegben, ami az üzemanyag helyi túlmelegedését okozta.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritériumok</b>	<b>Magyarázat</b>
2.2. Kikerült aktivitás	Nem alkalmazható. Nincsenek kibocsátások.
2.3. Személyi dózisok	Nem alkalmazható. Nincsenek kibocsátások.
3.2. Létesítményi radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	Az üzemanyag rudak 6%-ának sérülése a zónaleltár közel 0,06%-ának kikerülését jelenti a hűtőközegbe. Ez alacsonyabb, mint az INES 4-es szinthez tartozó kritérium, így az ezen kritérium szerinti helyes minősítési érték az INES 0.
A minősítés	INES 0 (a mélységben tagolt védelem szerinti kritériumok magasabb minősítési szintet adhatnának)

**10. példa: Plutóniummal szennyezett folyadék kiömlése a laboratórium padlójára – INES 2***Eseményleírás*

Egy kesztyűs kamrában lévő üvegekondenzátor hűtőközegét tápláló flexibilis cső csatlakozása meghibásodott. Víz öntötte el a kesztyűs kamrát, majd addig töltötte a kesztyűt, amíg az kiszakadt. A kiömlő víz körülbelül 2,3 GBq <sup>239</sup>Pu-t tartalmazott.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritériumok</b>	<b>Magyarázat</b>
2.2. Kikerült aktivitás	Nem alkalmazható.
2.3. Személyi dózisok	Mivel a kikerülés folyékony halmazállapotban történt, ezért a személyzet dózisa nem jelentősek.
3.2. Létesítményi radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	A laboratóriumot nem tervezték kikerülés visszatartására. Az INES 2-es szintű folyékony szivárgásokhoz tartozó érték radiológiailag egyenértékű 10 TBq <sup>99</sup> Mo-val. A 3.3. fejezet szerint 2,3 GBq <sup>239</sup> Pu egyenértékű 130 TBq <sup>99</sup> Mo-nel. Az INES 3-as szinthez tartozó meghatározás néhányszor ezer TBq aktivitásra vonatkozik, így 2,3 GBq jóval ezen szint alatt van.
A minősítés	INES 2

**11. példa: Plutóniumkibocsátás egy reprocesszáló létesítményben – INES 2***Eseményleírás*

Négy alkalmazott lépett be az ellenőrzött sugárvédelmi zónába, hogy munkát végezzen. A munkához tartozott egy rendszerelem (energiaelnyelő-tartály) eltávolítása egy olyan épület helyiségéből, ami magában foglalta a plutóniumfeldolgozó létesítményt. A létesítmény 1957 óta nem működött, leszerelésre felkészített állapotban volt.

A munkások sugárzásmérő és védőeszközöket viseltek. A tartály levágása 1 óra 40 percre tartott. A munka során por kihullását figyelték meg a tartályból. Amikor abbahagyták a munkát és elhagyták a területet, a sugárvédelmi detektorok szennyeződést észleltek az összes munkás ruházatán. Azonnali intézkedésként korlátozták az érintett személyzet munkáját, és dózisértékelést kezdtek végezni biológiai vizsgálati technikákkal. A dózisrekonstrukció kezdeti szakasza kevesebb, mint 11 mSv effektív dózist mutatott. A pontosabb vizsgálat alapján az érintett személyek esetén a maximális elszennvedett dózis 24-55 mSv közötti effektív dózis volt. Abban az időben az éves korlát 50 mSv volt.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritériumok</b>	<b>Magyarázat</b>
2.2. Kikerült aktivitás	Nem alkalmazható. Nem történt környezeti kibocsátás.
2.3. Személyi dózisok	Egy munkavállaló az éves korlátnál nagyobb dózist kapott. Ekkora dózist kapó személyek száma kisebb, mint 10, így a minősítési szint nem emelkedik az emberek száma miatt. A minősítési szint: INES 2.
3.2. Létesítményi radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	A szennyeződés egy elem leszerelése során következett be a lehetséges szennyeződésre felkészített (tervezés során várt) területen. Emiatt a kritériumok nem alkalmazhatóak.
A minősítés	INES 2

## 12. példa: Kimenekítés egy nukleáris létesítmény közelében – INES 4

### Eseményleírás

Egy atomerőműben bekövetkezett baleset az üzemanyag túlmelegedéséhez, az üzemanyagpálcák körülbelül felének sérüléséhez, majd ezt követően radioaktív anyag kibocsátásához vezetett. (Az üzemanyagpálcák felének jelentős üzemanyag-olvadás nélküli sérülése körülbelül a teljes zónaleltár 0,5%-ának kibocsátásával járt.) A helyi rendőrség, az engedéllyessel és a hatósággal való egyeztetés alapján, azonnali döntést hozott a létesítmény 2 km-es sugarú körében tartózkodó emberek kimenekítéséről. Ennek eredményeként senki nem kapott 1 mSv-t meghaladó dózist. A létesítmény szakértői által végzett elemzés azt mutatta, hogy a teljes kibocsátott aktivitás körülbelül 20 TBq volt, amely a  $^{131}\text{I}$  teljes mennyiségének 10%-át, a  $^{137}\text{Cs}$  5%-át és a nemes gázokat tartalmazta.

### A minősítés magyarázata

Kritériumok	Magyarázat
2.2. Kikerült aktivitás	Az a tény, hogy kimenekítést hajtottak végre, nem releváns a minősítés szempontjából. A 2.2.1. fejezet 2. táblázata alapján 1 TBq $^{137}\text{Cs}$ radiológiailag egyenértékű 40 TBq $^{131}\text{I}$ -el, így a teljes kibocsátás radiológiailag egyenértékű 42 TBq $^{131}\text{I}$ -el, ami a „tíz és száz TBq $^{131}\text{I}$ ” kibocsátási kritérium alapján INES 4-es.
2.3. Személyi dózisosok	Minden dózis 1 mSv alatt maradt, így az egyéni dózis alapján a minősítés: INES 0.
3.2. Létesítményi radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	Az üzemanyagból történő kikerülés elérte az INES 4-es szinthez tartozó „Egy teljesítményreaktor zónaleltára 0,1%-ánál több radioaktív anyagnak az üzemanyag kazettákból történő kikerülését okozó esemény” kritériumot, de kisebb, mint az INES 5-ös szinthez tartozó „Egy energetikai reaktor üzemanyaga néhány százalékánál nagyobb mennyiségű radioaktív anyag fűtőelem kazettákból történő kikerülését okozó esemény” meghatározás szerinti érték.
A minősítés	INES 4

**13. példa: Reaktor-zónaolvadás – INES 5***Eseményleírás*

A kondenzátorrendszer egyik szelepe meghibásodott és lezárt, ami lecsökkentette a gőzfejlesztőbe szállított víz mennyiségét. A fő tápvízszivattyú és a turbinák másodperceken belül kiestek.

Az üzemzavari tápvízszivattyúk, amelyek rendben indultak, nem voltak képesek vizet juttatni a gőzfejlesztőkbe, mivel a rendszer több szelepe lezárt. A hűtőközegkeringtető-szivattyúi folyamatosan keringtették a vizet a gőzfejlesztők primer oldalában, de a szekunder oldal nem volt képes elvonni a hőt, mivel ehhez nem volt elég víz a gőzfejlesztőkben.

A nyomás a reaktor leállásáig növekedett a hűtőrendszerben. A villamos működtetésű lefúvató szelep nyitott a térfogatkompenzátor és a buborékoltató tartály között, de ezt az üzemeltető személyzet nem észlelte. A szelep meghibásodott és nem zárt vissza, így a gőz folyamatosan a buborékoltató tartályba áramlott, ami miatt a nyomás csökkeni kezdett a primerkörben. A buborékoltató tartály hasadótárcsája kiszakadt, és a gőz a konténmentbe jutott. Ahogy a primerköri hűtőközeg nyomása leesett, a reaktor fölötti víz (kb. 3-5 méter magasan az üzemanyag fölött) elgőzölt.

Az üzemeltető személyzet leállította az üzemzavari hűtőszivattyúkat, mivel azt látta, hogy rengeteg víz van a térfogatkompenzátorban. Az üzemeltetők a hűtőközegkeringtető-szivattyúit is leállították, mivel félték a lehetséges nagyfokú rezgés miatti sérüléstől. Az előbbieket miatt egy gőzbuborék keletkezett a primerkörben és a reaktor felső részében is, az üzemanyag fölött. Ahogy az üzemanyag melegeedett, ez a buborék kitágult, az üzemanyag burkolatanyaga túlmelegeedett, majd az üzemanyag több mint 10%-a megolvadt. A konténment-rendszer ép maradt.

Az üzemeltető személyzet vizet juttatott a primerkörbe, és ezzel a reaktor hűtését biztosította.

A későbbi vizsgálatok azt mutatták, hogy a telephelyről történt kibocsátás kicsi volt, és a maximális lehetséges telephelyen kívüli besugárzás 0,8 mSv effektív dózis lehetett. A munkavállalók dózisa jóval az éves hatósági korlátok alatt maradtak.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritériumok</b>	<b>Magyarázat</b>
2.2. Kikerült aktivitás	Ugyan részletes eredmények nem állnak rendelkezésre, de az alacsony dózisosok alapján ki lehet következtetni, hogy a



	környezetbe történt kibocsátás nagyságrendekkel az INES 4-es szinthez tartozó érték alatt maradt.
2.3. Személyi dózisok	A lakosság által elszennvedett dózisok 1 mSv alatt maradtak, a munkavállalók dózisa nem érték el a hatósági éves dóziskorlátokat.
3.2. Létesítményi radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	A zóna néhány százaléknál nagyobb része megolvadt, így a minősítési szint: INES 5-ös.
A minősítés	INES 5

## Kidolgozott példák a 4. fejezethez kapcsolódóan

### 14. példa: Ipari radiográfiás sugárforrás leválása és helyreállítása – INES 0

#### Eseményleírás

1 TBq  $^{192}\text{Ir}$  sugárforrással végzett ipari radiográfiás vizsgálat volt folyamatban egy petrokkémiai üzemben. A besugárzás során a forrás egy szabad (a tartón kívüli) pozícióban levált. A munkát végző radiográfus észlelte a sugárforrás hiányát, és visszament a területre egy sugármérővel. A korlátozó sugárvédelmi gátakat ellenőrizte és a helyén hagyta, majd segítséget kért a nemzeti hatóságoktól. A hatóságok és a radiográfusok közösen tervezték meg a forrás visszaszerzésének műveletét. Tizenkét órával az esemény felismerése után a forrást sikeresen visszatették a készülékbe. Az esemény miatt (3 ember által) elszennvedett dózisok, beleértve a forrás visszaszerzését is 1 mSv alatt maradtak.

#### A minősítés magyarázata

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisok	A kapott dózisok az INES 1-es szinthez tartozó érték alatt maradtak.
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A $^{192}\text{Ir}$ D-értéke 0,08 TBq, így az A/D arány 12 (azaz a sugárforrás a 2. kategóriába tartozik).
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	Az ilyen típusú esemény előre várható az ipari radiográfiában, ezért elvárható, hogy legyen megfelelő terv és eszköz az ilyen esemény kezelésére. A radiográfus által végzett monitorozás hatékony volt. A

	<p>4.2.2.3 fejezet</p> <p><b>7. táblázat</b> A szakasz 4. sorában szereplő „Előrelátható események, ahol a biztonsági belső szabályozások hatékonyan megelőzik a nem tervezett besugárzásokat, és hatékonyan visszaállítják a normál feltételeket” meghatározás alapján a minősítés INES 0 szint vagy INES 1 szint lehet. Az INES 0 szint a megfelelő, mivel nincsen jele biztonsági kultúra hiányosságának.</p>
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 0

## 15. példa: Kiegettüzemanyag-szállító vonat kisiklása – INES 0

### Eseményleírás

Három, kiegett üzemanyag-konténert szállító vagonból álló, 28 km/h sebességgel haladó vonat kisiklott. A sín eltörött, amikor a vonat átment rajta. Két vagon kisiklott, de állva maradt, a harmadik eldőlt, vissza kellett emelni. 36 órával később a vagonok folytatták útjukat. Radiológiai következmények nem léptek fel.

### A minősítés magyarázata

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisek	Nem jelentettek elszennvedett dózist.
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A kiegettűtőelem-küldeménydarabokat az útmutató alapján 1. kategóriás sugárforrásnak minősítjük.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	A 4.2.2.3. fejezet <b>7. táblázat</b> A szakasz 5. sorában szereplő „Küldeménydarab nem vagy alacsony fokú sérülése a dózisteljesítmény növekedése nélkül” meghatározás alapján a minősítés INES 0 szint vagy INES 1 szint lehet. Az INES 0 szint a megfelelő, mivel nincsen jele biztonsági kultúra hiányosságának.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 0

**16. példa: Emelőtargonca miatt megsérült küldeménydarab – INES 0***Eseményleírás*

Egy „A” típusú küldeménydarab sérülését jelentették egy repülőtéren. Az első jelentések arról számoltak be, hogy a csomagot csak megsértette egy emelőtargonca kereke. A feladót megkérték, hogy vizsgálja meg a küldeménydarab sérülését, és határozza meg, hogy mi a teendő vele. A feladó újracsomagolta a tartalmakat (két  $^{252}\text{Cf}$ , egyenként 1,98 MBq aktivitású forrást) és elhelyezte ezeket egy egyesítő csomagolásban, amely ezt követően folytathatta az útját. Igazolták, hogy az eredeti külső csomagolást csak minimális sérülés érte.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisosok	A kapott dózisosok az INES 1-es szinthez tartozó érték alatt maradtak.
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A $^{252}\text{Cf}$ D-értéke 0,02 TBq, emiatt az A/D arány $<0,01$ . Ez alapján a küldeménydarab 5. kategóriába tartozó sugárforrást tartalmazott.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	A biztonságot szavatoló megoldások nem sérültek. A 4.2.2. fejezet útmutatása szerint az esemény minősítése INES 0.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 0

**17. példa: Ellopott ipari radiográfiás forrás – INES 1***Eseményleírás*

Egy 4 TBq  $^{192}\text{Ir}$ -sugárforrást tartalmazó ipari radiográfiás eszköz ellopását jelentették a nemzeti hatóságnak. Sajtóközlemény jelent meg, és elvégezték a környező területek vizsgálatát. 24 órával később az eszközt megtalálták egy autópálya melletti árokban. Az árnyékolás nem sérült, az eszköz teljesen ép maradt. Egy személyről sem tételezték fel, hogy besugárzást kapott volna.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisosok	Az esemény kapcsán senki nem szenvedett el többletdózist és nem történt radioaktív kibocsátás.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A $^{192}\text{Ir}$ D-értéke 0,08 TBq, ami alapján az A/D arány 50, azaz a sugárforrás a 2. kategóriába tartozik.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	A kezdeti esemény egy elveszett, vagy elloptott 2. kategóriába tartozó radioaktív sugárforrás, amely eseményt a 4.2.2.2. fejezet <b>6. táblázat</b> harmadik sora alapján INES 2-es szintre minősíthető. Az eszköz megtalálásakor az eseményminősítés felülvizsgálata lehetővé vált. Mivel az eszközt úgy találták meg, hogy az összes biztonságot szavatoló megoldás sértetlen maradt, így a <b>6. táblázat</b> második sora alapján az esemény minősítése INES 1.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 1

**18. példa: Különböző radioaktív sugárforrásokat találtak hulladékfémekben – INES 1***Eseményleírás*

Egy hulladékfém-feldolgozó vállalat értesítette a hatóságot, hogy riasztást adott a sugárkapuja. Kézi mérőeszközöket használva a hatóság a megszokottnál magasabb (30  $\mu\text{Sv/h}$ ) sugárzási szintet mért egy 12 méteres konténer felületén. A konténert kirakodta egy, a radioaktív sugárforrások hulladékfémekben való megkeresésére és kiválogatására szakosodott cég. Három egyforma, rozsdamentes acél sugárforrástartót találtak, melyek mindegyike egy-egy  $^{137}\text{Cs}$ -sugárforrást tartalmazott, a zárszerkezetek nem működtek. Két sugárforrástartón volt azonosító jel, ami lehetővé tette a sugárforrások azonosítását: az egyik 2 GBq  $^{137}\text{Cs}$ , míg a másik 8 GBq  $^{137}\text{Cs}$  volt. A dózisteljesítmény a három sugárforrástartó felületén 4,5 mSv/h, 4,2 mSv/h és 17 mSv/h volt. Az egyes források aktivitása körülbelül 1,85 GBq, 1,85 GBq és 7,4 GBq volt. A konténer közel egy hónapig vámmentes területen tartózkodott, de a három forrás eredetét nem sikerült meghatározni. A forrásokat biztonságba helyezték és elszállították egy alkalmas radioaktív hulladék-létesítménybe.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisosok	Figyelembe véve ezen sugárforrások szállításakor és kezelésekor elszenvedhető

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Kritériumok	Magyarázat
	dózisokat, nem tekinthető hihetőnek, hogy bárki 10 mSv feletti dózist kapott volna, vagy hogy tíznél több ember kaphatott volna besugárzást (az INES 1-es szinthez tartozó meghatározás szerint).
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	Két radioaktív sugárforrásról ismert, hogy $^{137}\text{Cs}$ , továbbá a dózisteljesítmények és aktivitásmérések alapján a harmadik radioaktív sugárforrás megegyezik a kisebbik aktivitású sugárforrással a két ismert közül. A $^{137}\text{Cs}$ D-értéke $1 \times 10^{-1}$ TBq, míg a sugárforrások teljes aktivitása 11,1 GBq, ami alapján az A/D arány 0,01 és 1 közötti, azaz összességében egy 4. kategóriába tartozó radioaktív sugárforrásnak felel meg.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	Az esemény három gazdátlan sugárforrás felfedezése volt. A 4.2.2.2. fejezet <b>6. táblázat</b> második sora alapján az esemény minősítése INES 1.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 1

**19. példa: Egy sűrűségmérő elvesztése – INES 1***Eseményleírás*

Egy nedvesség-/sűrűségmérő elveszett. Feltételezték, hogy egy építkezési területen lévő teherautóból lopták el. Az eszköz egy 0,47 GBq  $^{137}\text{Cs}$ -sugárforrást és egy 1,6 GBq  $^{241}\text{Am/Be}$  neutronforrást tartalmazott. Jelentették a nemzeti hatóságnak, sajtóközleményt adtak ki és átvizsgálták a környező területeket. Néhány nap múlva az eszközt sérülésmentesen megtalálták.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisek	Az esemény kapcsán senki nem szenvedett el többletdózist.
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A II. függelékben leírt, összesített A/D értéket számoljuk ki. A $^{137}\text{Cs}$ D-értéke 0,1 TBq (a sugárforrás aktivitása 0,47 GBq), a $^{241}\text{Am/Be}$ D-értéke 0,06 TBq (a sugárforrás

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

	aktivitása 1,6 GBq), ami alapján az összesített D-érték $0,47/100+1,6/60=0,031$ . Így az összesített A/D érték 0,01 és 1 között van, azaz egy 4. kategóriába tartozó radioaktív sugárforrásnak felel meg.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	A 4.2.2.2. fejezet <b>6. táblázat</b> ának második sora alapján az INES 1-es szint a megfelelő. A későbbi visszaszerzés lehetővé teszi, hogy az esemény minősítése a negyedik sor szerinti „ <i>később megtalált elveszett vagy elloptott radioaktív sugárforrás</i> ” meghatározás alapján az INES 1-es szinten maradjon.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 1

**20. példa: Szállítás során elloptott radioaktív sugárforrás – INES 1***Eseményleírás*

Üresen találtak egy zárt, 1,85 GBq aktivitású  $^{60}\text{Co}$ -sugárforrást tartalmazó küldeménydarabot a szállítótól való átvételkor. Hét órával később a forrást egy szállító teherautóban találták meg. A csomagot szándékosan kinyitották, az 1,85 GBq aktivitású  $^{60}\text{Co}$ -tól egy méterre a dózisteljesítmény 0,5 mSv/h volt. Kiderült, hogy az esemény a radioaktív anyagok szállítására vonatkozó követelmények megsértésének közvetlen következménye volt:

- a szabályzat által megkövetelt védettségi/biztonsági pecsét nem volt a küldeménydarabra ragasztva;
- a szállítási nyilatkozat nem volt teljesen kitöltve; és
- úgy tűnt, hogy a radioaktivitás jele nem volt a konténerre rögzítve (bár ezt sosem sikerült egyértelműen bebizonyítani).

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisek	Az érintett személyekkel lefolytatott interjúk és a sugárforrással történetekre vonatkozóan lehetséges forgatókönyvek alapján dózisértékelést végeztek. Az értékelés szerint sem a sofőr, sem a szállító személyzet nem szenvedett mérhető dózist.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A $^{60}\text{Co}$ D-értéke 0,03 TBq, eszerint az A/D arány ebben az esetben 0,01 és 1 között van, azaz a sugárforrás a 4. kategóriába tartozik.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	A 4.2.2.3 fejezet <b>7. táblázat</b> C szakasz felsorolásának 5. pontjában adott „Nem megfelelő vagy hiányzó árnyékolással talált küldemény darab a besugárzás jelentős veszélyével” meghatározás alapján az esemény minősítése INES 1.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 1

**21. példa: Radioaktív sugárzás egy nukleárismedicina-osztályon – INES 1***Eseményleírás*

Egy kórházban a radionuklidoknak a radioaktívgyógyszer-gyártó részlegről a beadó/kezelő szobába való szállítása közben, a szállításra használt kiskocsi ütközött. Az esemény egy kórház folyosóján történt, és egy adag  $^{131}\text{I}$  (4 GBq, folyékony halmazállapotban) kiömlött a padlóra. Két személy (egy nővér és egy beteg) keze, külső ruházata és cipője szennyeződött, a becslések szerint 10 MBq  $^{131}\text{I}$ -vel. Értesítették a nukleárismedicina-osztály személyzetét, és a két személyt az eseményt követő egy órán belül dekontaminálták. A két személy által elszenvedett becsült dózis minimális volt (kisebb, mint 0,5 mSv effektív dózis). A területet, ahová a radioaktív anyag kiömlött, ideiglenesen 2 hétre lezárták, majd a nukleárismedicina-osztály személyzete sikeresen dekontaminálta.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisok	Az elszenvedett dózisok az INES 1-es szinthez tartozó értékek alatt maradtak.
3.2. Létesítményi radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	Nem alkalmazható, mivel a létesítmény nem kezel nagy mennyiségű radioaktív anyagot (lásd 3.1. fejezet első bekezdését).
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A $^{131}\text{I}$ D-értéke 0,2 TBq, így az A/D arány 0,01 és 1 közé esik, azaz a sugárforrás a 4. kategóriába tartozik.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	Mivel a sugárforrás konténerére eltört, így nem maradt hatásos biztonságot szavatoló megoldás. Így a 4.2.2.3. fejezet <b>7.</b>

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

	<b>táblázatának C szakaszát alkalmazva az esemény minősítése INES 1.</b>
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 1

**22. példa: Radioaktív anyagokat tartalmazó küldeménydarabok ütközése egy vonattal - INES 1***Eseményleírás*

Egy vonat és az állomáson a vasúti sínt keresztező csomagszállító kocsi ütközött. Egy „A” típusú küldeménydarab volt a csomagok között. Hét kartondoboz különböző radionuklid, és két, 15 GBq aktivitású Mo/Tc generátor (az út megkezdésekor 30 GBq aktivitású) volt a csomagok között. Kiderült, hogy a kartonok csak enyhén sérültek meg, és nem került ki radioaktív anyag. A két Mo/Tc hordó azonban kiesett a küldeménydarabból és egy forráskonténer eltört, ami miatt a mozdony vezetőfülkéje és a vágány alatti kavics szennyeződött. 291 személy szennyeződését ellenőrizték, közülük 19-en szenvedtek el 0,1 mSv-nél alacsonyabb dózist. A szennyeződést nem találták jelentősnek. A szennyeződés nem jelentett különösebb problémát a kis mennyiségek és a radionuklidok rövid felezési ideje miatt. Két vágányt egy napra lezártak, a vonatot megtisztították.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritériumok</b>	<b>Magyarázat</b>
2.3. Személyi dózisek	Az elszenvedett dózisek az INES 1-es szinthez tartozó értékek alatt maradtak.
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A <sup>99</sup> Mo D-értéke 300 GBq (ez az érték a Tc leányelem-hatásait is magába foglalja), így az A/D arány 0,01 és 1 közé esik, azaz a sugárforrások a 4. kategóriába tartoznak.
3.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	Mivel a sugárforrás konténerere eltört, így nem maradt hatásos, biztonságot szavatoló megoldás. Így a 4.2.2.3 fejezet <b>7. táblázatának C szakaszát alkalmazva az esemény minősítése INES 1.</b>
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 1



## 23. példa: Egy üresnek feltételezett szállítókonténer nukleáris anyagot tartalmazott – INES 1

### Eseményleírás

Egy üzemanyaggyártó üzem rendszeresen kap enyhén dúsított uránoxidot a tengerentúlról. Az anyag mechanikusan lezárt speciális tartályokban érkezik egy tengeri konténerben. Az anyag kivétele után az üzemanyaggyártó visszaküldi az üres konténereket a szállítónak.

Egy üresnek feltételezett, 150 tartály befogadására képes konténer kinyitásakor az uránoxid szállítója felfedezte, hogy két tartály tele volt, és összesen 100 kg uránoxidot tartalmazott. Az anyag becsült aktivitása 8 GBq volt. A tartályok és a tengeri konténer külső felületét tisztának találták. Az esemény miatt a munkavállalók és a lakosság egyetlen tagja sem szenvedett el nem tervezett besugárzást.

### A minősítés magyarázata

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisek	Az esemény kapcsán nem jelentették többledózis elszívását.
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A kritikusság ebben az esetben nem kérdés, mivel alacsony dúsítású üzemanyagról van szó, emiatt az esemény az A/D érték alapján kategorizálható (lásd 4.2.1. fejezet felsorolásának utolsó pontját). A D-értéket a <b>III. függelék</b> nem, de az [5] dokumentum tartalmazza. 10%-nál alacsonyabb dúsítású urán D-értéke végtelen. Az A/D érték kisebb, mint 0,01, ami azt jelenti, hogy az anyagot mint 5. kategóriába tartozó sugárforrást vesszük figyelembe.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	Ugyan az üres tartályok csomagolása (mechanikai zárok és a konténer állapota) megegyezik a teli tartályokéval, de a feliratozással kapcsolatos követelmények kevésbé szigorúak és a kezelésére vonatkozó intézkedések is enyhébbek. A kulcs az esemény minősítésekor az, hogy megsérültek az engedélyezett korlátok. Jelentős biztonsági kultúra problémák merültek fel, és egyes biztonságot szavatoló megoldások is sérültek. Így, a

	4.2.2. fejezet harmadik bekezdése alapján az esemény minősítése INES 1.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 1

## 24. példa: Filmdoziméter gyanús dózisa – INES 1

### Eseményleírás

Egy sugárvédelmi technikusnő éves kumulatív dózisa a filmdoziméter nyilvántartás szerint 95 mSv volt. Ezt egy, a technikust alkalmazó kórházban lefolytatott ellenőrzés során fedezték fel. A hatóság teljes körűen ellenőrizte a kórházat és felfedezte, hogy az adott személy esetén a havi érték 54 mSv volt. A kórház nem tett semmilyen speciális intézkedést az ellenőrzés előtt. A kórháznak nem volt ionizáló sugárzást kibocsátó berendezése, mint például lineáris gyorsítója (LINAC), és nem volt nyilvánvaló ok arra, hogy az adott személy esetén miért sérültek meg a dóziskorlátok. Volt esélye annak, hogy ez a kollégák szándékos cselekménye miatt következett be, de erre nem volt közvetlen bizonyíték. A vérvizsgálatot is magába foglaló orvosi vizsgálat nem mutatott ki semmilyen eltérést. A technikusnő determinisztikus hatásra utaló tüneteket nem mutatott. A legrosszabb esetet feltételezve, azaz, hogy a dózist valóban elszenvedte, kitiltották az ellenőrzött területekről, egy másik osztályra helyezték és kiegészítő képzésben részesítették.

### A minősítés magyarázata

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisok	<p>Nem lehetett determinisztikus hatást megfigyelni a technikuson. A vérvizsgálatok kimutatták, hogy nem szenvedett el súlyos dózisokat, de az nem igazolható, hogy besugárzás sem történt. Részletes vizsgálatot végeztek annak meghatározására, hogy történt-e besugárzás vagy sem.</p> <p>A kivizsgálás az alábbiakat vette figyelembe:</p> <p>(1) A besugárzás bármilyen forrásának hiánya a technikus normál munkahelyén, és a doziméter viselése során meglátogatott helyeken.</p> <p>(2) A lehetséges besugárzási időtartam során végig a technikusnővel együtt</p>

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

	<p>dolgozó kollégák dózismérőjei nem mutattak normálistól eltérő értékeket.</p> <p>(3) Az érintett időszakban, egyes esetekben kiegészítő dozimétereket is viselt a technikus.</p> <p>A végleges következtetés az volt, hogy a technikusnő nem szenvedte el a mért dózist és az értéket törölték a nyilvántartásból.</p>
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	Nem alkalmazható.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	Ugyan az esemény kapcsán valós dózisoskat nem szenvedett el senki, de az egyéb tényezők, mint a személyi dózisosk nyilvántartásának hiányosságai és a szokatlan értékek ki nem vizsgálása szerepet játszanak. A 4.2.2.4. fejezet <b>8. táblázat</b> harmadik sora alapján az esemény minősítése INES 1.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 1

**25. példa: Gazdátlan sugárforrás beolvasztása – INES 2***Eseményleírás*

A hulladékfémbe véletlenül bekerült, 1 TBq aktivitású, gazdátlan  $^{137}\text{Cs}$ -sugárforrást beolvasztottak egy acélműben. Az üzem 50 dolgozója által elszenvedett becsült dózis 0,3 mSv volt személyenként.

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.2. Kikerült aktivitás	Becsülés alapján az aktivitás 10%-a került ki a beolvasztás miatt, ami 0,1 TBq $^{137}\text{Cs}$ légnemű radioaktivitás kibocsátásával járt. A $^{137}\text{Cs}$ „D <sub>2</sub> ” értéke 0,1 TBq, így a kikerülés jóval alacsonyabb, mint az 5. szinthez tartozó 2500-szoros „D <sub>2</sub> ” érték (lásd 2.2.2. fejezet).
2.3. Személyi dózisosk	Az elszenvedett dózisosk az INES 1-es szinthez tartozó érték alatt maradtak.
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A $^{137}\text{Cs}$ D-értéke $1 \times 10^{-1}$ TBq, a sugárforrás aktivitása „A” 1 TBq, így az A/D arány 10 és

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

	1000 közötti értéknek adódik. Az előzőek alapján a sugárforrás a 2. kategóriába tartozik.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	A 4.2.2.2. fejezet <b>6. táblázat</b> ának második sora alapján az eseményt INES 1 vagy INES 2 szintre lehet minősíteni. Figyelembe véve, hogy a sugárforrást beolvasztották, a <b>6. táblázat</b> hoz tartozó lábjegyzet alapján az INES 2-es szint a végleges minősítés.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 2

**26. példa: Nagy aktivitású radioterápiás forrás elvesztése – INES 3***Eseményleírás*

Egy kórházban a radioaktív sugárforrások leltárának ellenőrzése azt mutatta, hogy egy 100 TBq aktivitású <sup>60</sup>Co-sugárforrást tartalmazó terápiás fej hiányzott. Az eszközt egy erre kijelölt helyen tartották, de több héten keresztül nem ellenőrizték. A hiány észlelésekor feltételezték, hogy a készüléket arra felhatalmazott személyek vitték el a kórházból. Később átfogó kutatást hajtottak végre, és egy nappal később megtalálták a sugárforrást 2 kilométerrel távolabb egy nyílt területen.

A készüléket szétszedték, emiatt a forrás árnyékolatlan maradt, de nem vált nyitottá. Két egymást követő vizsgálat azt mutatta, hogy az esemény miatt több személy kapott besugárzást:

Egy személy 20 Gy kézdózist és 500 mSv effektív dózist kapott. Sugárzás okozta sérülést lehetett megfigyelni az egyik kézen, ami miatt bőrátültetésre és az egyik ujj amputációjára volt szükség.

Két személy 2 Gy kézdózist és 400 mSv effektív dózist kapott.

Tizenkét személy 100 mSv effektív dózist kapott. (A munkavállalókra vonatkozó hatósági éves egészségteszt-dóziskorlát 20 mSv volt.)

*A minősítés magyarázata*

Kritériumok	Magyarázat
2.3. Személyi dózisek	Három személy a munkavállalókra vonatkozó hatósági éves egészségteszt-dóziskorlát tízszeresénél nagyobb dóziseket kapott. Egyikük determinisztikus egészségügyi hatásokat is elszenvedett.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

	Ezen két szempont miatt az esemény minősítése INES 3-as. 12 személy 10 mSv-nél nagyobb dózist szenvedett el. A dózis alapján az esemény minősítése INES 2-es, majd a minősítés szintje egy szinttel emelhető az érintett személyek száma miatt.
4.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	A <sup>60</sup> Co D-értéke 0,03 TBq, az A/D arány magasabb, mint 1000, azaz egy 1. kategóriába tartozó sugárforrásról/eszközzel van szó.
4.2.2. Biztonságot szavatoló megoldások hatékonysága	Az első minősítést a forrás megtalálása előtt elvégezték, az alapján, hogy az esemény egy elveszett vagy ellopt sugárforrás/eszköz. A 4.2.2.2. fejezet <b>6. táblázata</b> alapján az esemény minősítése INES 3.
Végleges minősítés a fenti szempontok alapján	INES 3

**Kidolgozott példák az 5. fejezethez kapcsolódóan****27. példa: Reaktorvédelmi működés a szabályozó rudak beesése után – INES 0***Eseményleírás*

A blokk névleges teljesítményen üzemelt. A biztonságvédelmi rudak egy csoportjának a rendszeres szabályozórúd-felügyeleti program részeként végrehajtott mozgataása közben a reaktort leállította a védelem, a teljesítménytartományú neutronfluxus-mérőkről érkező magas negatívárány-jel eredményeként. A védelem egyúttal kiütötte a turbinát és a generátort is.

A szabályozó rudak működtetését azonnal leállították, és a rúdpozíciókat ellenőrizték a szabályozórúdállás-jelző detektoron. Úgy találták, hogy a négy tesztelt szabályozórúd-csoport leesett a reaktor leállása előtt.

A nagy negatívárány-jelet a műszerek meghibásodás elleni védelme érdekében tervezték, és nem a tervezési alapon feltételezett meghibásodások ellen.

A szabályozórúd-hajtás szabályozó körének vizsgálata megmutatta, hogy a működési hiba oka egy hibás nyomtatott áramköri lap volt.

A hibás áramköri lapot kicserélték egy tartalékkal, és miután a szabályozó kör épségét ellenőrizték, helyreállították a normál üzemet.

#### *A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	A szabályozó rudak szándékolatlan leesése nem veszélyeztette a biztonsági funkciókat és ezért nem számít kezdeti eseménynek. A reaktor vészleállása kezdeti esemény (gyakorisági kategória: várható).
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	Az „üzemanyag hűtése” biztonsági funkció <i>teljes</i> volt.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.3. fejezetből a <b>9. táblázat</b> A(1) rubrikája a megfelelő, amely szerint az alapminősítés INES 0.
5.2 További tényezők	Nincs ok a feljebb minősítésre.
Végző minősítés	INES 0

## **28. példa: Reaktorhűtőközeg-szivárgás teljesítményüzemben végrehajtott üzemanyagcsere során – INES 1**

### *Eseményleírás*

Névleges teljesítményszinten végrehajtott üzemanyagcsere során, az üzemanyagcserélő-kamrában 1,4 t/h szivárgott el a nehézvízes reaktor hűtőközegéből. Az üzemeltető személyzet megállapította, hogy a keleti üzemanyagcserélő-híd 0,4 m-t süllyedt. A reaktort leállították és lehűtötték. A hűtőközeg nyomását a szomszédos blokkokról és a zsombból pótolta közeggel biztosították. Összesen 22 tonna hűtőközeg (a teljes mennyiség kb. 10%-a) folyt ki. A biztonsági rendszerek működésére nem volt szükség, kivéve a konténment hermetizálását, a kikerült jelentős aktivitás miatt, egy óra elteltével. A környezetbe nem került az esemény miatt radioaktív anyag. A probléma oka egy retesz meghibásodása volt, amelyet a felügyeleti program során nem ellenőriztek.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Bár hűtőközeg-szivárgás fellépett, de a biztonsági funkció nem került veszélybe, mivel az üzemeltető személyzet fenntartotta a hűtőközeg-letart. Így nem lépett fel valós kezdeti esemény.
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	Ha a szivárgásból kis hűtőközeg-vesztéses üzemzavar (LOCA) alakult volna ki, akkor az összes szükséges biztonsági rendszer teljes mértékben üzemképes lett volna.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. fejezetből, a <b>10. táblázat</b> A sora a megfelelő. Ez alapján az alapminősítés INES 0. Az 5.1.5. fejezet útmutatása szerint, ha a szivárgás kikerült volna a személyzet kontrollja alól, akkor kis LOCA-hoz vezetett volna, a gyakoriság <i>lehetséges</i> . A <b>9. táblázat</b> A(2) cellája szerint a potenciális esemény minősítése INES 1 lett volna. Mivel annak a valószínűsége, hogy az üzemeltetők elvesztik a kontrollt a szivárgás felett alacsony, a minősítést INES 0 szintűre kell csökkenteni.
5.2 További tényezők	A reteszt nem ellenőrizték a felügyeleti program keretében. Ez a hiányosság ismert volt az esemény előtt. Ezen okokból kifolyólag az esemény minősítését INES 1-es szintűre emelték.
Végső minősítés	INES 1.

**29. példa: A konténment sprinklerrendszerének üzemképtelensége zárt állapotban hagyott szelepek miatt – INES 1***Eseményleírás*

A kétblokkos erőmű mindkét reaktorát évente leállítják a közös zóna-üzemzavari hűtőrendszer és a kapcsolódó automata biztonsági működés előírt próbáinak elvégzése érdekében.

A próbát általában akkor hajtják végre, amikor a reaktorok egyike lehűtött állapotban van üzemanyag-átrakás céljából.

A próbát október 9-én hajtották végre az 1-es és 2-es blokkon. A próba után az 1-es blokk hideg állapotban maradt az üzemanyag-átrakás elvégzéséhez, míg a 2-es blokk október 14-én lépett teljesítményüzembe. November 1-én,

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

a havonta megtartott biztonságiszelep-ellenőrzés során fedezték fel, hogy a konténment sprinklerszivattyúinak nyomóoldalán található négy armatúra zárva volt. Arra a következtetésre jutottak, hogy az armatúrákat az október 9-én megtartott próbák után nem nyitották ki. A zárva hagyott állapot eltér a próbákra érvényes utasításban leírtaktól.

A fentiek alapján a 2-es blokk 18 napon keresztül üzemképtelen sprinklerrendszerrel üzemelt.

Az esemény okaként emberi mulasztást azonosítottak. Ugyanakkor megállapították, hogy a hibát egy hibakeresés miatt a szokásosnál hosszabbra nyúlt próba végén követték el, továbbá azt is, hogy a végrehajtott műveletekről szóló több formális jelentés nagyon hasznos lett volna.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Nem lépett fel valós kezdeti esemény. A biztonsági funkciót veszélyeztető kezdeti esemény a nagy hűtőközeg-vesztéses üzemzavar lett volna ( <i>valószínűtlen</i> ).
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	A „ <i>visszatartás</i> ” biztonsági funkció rendelkezésre állása romlott. A rendelkezésre állás kisebb volt az üzemeltetési szabályzat által elvárt minimálisnál, de magasabb a csak <i>megfelelőnél</i> , mivel egy diverz rendszer rendelkezésre állt.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. fejezetből, a <b>10. táblázat</b> C(3) cellája a megfelelő, amely szerint az esemény alapminősítése INES 1.
5.2 További tényezők	A hiányosságot emberi hiba okozta, de a mérlegelés alapján nem indokolt a minősítés megemlése a biztonsági kultúra hiányossága miatt (ugyanis az 5.1.4. fejezet magyarázata szerint az INES 0-ás szint helyett az INES 1-es szint választása már figyelembe vette, hogy az üzemeltetési szabályzatot megsértették).
Végző minősítés	INES 1.



### **30. példa: Primerköri hűtőközeg szivárgása a térfogatkiegyenlítő buborékolató tartály hasadótárcsáján keresztül – INES 1**

#### Eseményleírás

A blokkot meleg leállított állapotba hozták. A lehűtőrendszert kizárták, és átalakítási munkálatok utáni rendszerpróba céljából részben leürítették, ezért nem állt rendelkezésre.

A térfogatkiegyenlítő befecskendező rendszer hatékonyságának vizsgálatát végezték, a primerkör nyomása 159 bar volt. 16:00 körül a térfogatkiegyenlítő lefúvatótartályában „*magas nyomás*” jelzés lépett fel. A pótvízrendszer táptartályának szintje leesett, ami a reaktorhűtő-közeget mintegy 1,5 m<sup>3</sup>/h mértékű szivárgására utalt. Egy munkás bement a hermetikus térbe, hogy megkísérelje a szivárgás helyének azonosítását és megállapította, hogy az a reaktorhűtő-rendszer egy armatúrájának (egy hőmérsékleti mérésre alkalmazott vezeték kézi szelepének) szelepszárából származik. A munkás úgy ellenőrizte a szelep szivárgásmentességét, hogy a kézi kereket a záróirányba forgatta el, azonban a szelep ezt követően sem zárt tökéletesen.

A szivárgás folytatódott, és 18:00-kor behívták a karbantartó személyzetet, de nekik sem sikerült a szivárgás helyét azonosítani.

Ebben az időszakban a nyomás és a hőmérséklet tovább emelkedett a térfogatkiegyenlítő lefúvatótartályában. A hőmérsékletet töltéssel és -elvétellel sikerült 50°C alatt tartani (azaz hideg pótvizet fecskendeztek be és a reaktorhűtő-rendszer leeresztőtartálya felé vettek el közeget). Két, párhuzamosan telepített szivattyú távolította el ezt a közeget a reaktorépületből, a bór visszaforgató-rendszer tartálya felé.

Kb. 09:00-kor aktivitásjelzés érkezett a reaktorépületből, és figyelmeztetett a radioaktív sugárzás növekedésére. 09:56-kor a konténment részleges izolációjának beállítási értékét elérték. Ez elsősorban a konténmenten belüli hermetizáló armatúrák záródását eredményezte. Ekkortól az elvett közeget nem tudott távozni a bór visszaforgató-rendszer felé.

A térfogatkiegyenlítő lefúvatótartályában a nyomás tovább növekedett, egészen a hasadótárcsák 21:22-kor bekövetkezett felnyílásáig. Annak érdekében, hogy a térfogatkiegyenlítő lefúvatótartályban a hőmérsékletet 50°C körül tudják tartani, a pótvíz betáplálását egészen 23:36-ig fenntartották. 01:45-kor a reaktorépületen belüli aktivitásszintek a konténmentizoláció beállítási értéke alá estek.

02:32-kor a reaktorhűtő-rendszer nyomása 25 bar volt. A blokkot a gőzfejlesztőkön keresztüli hőelvonással meleg szubkritikus leállított

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

állapotba hozták, de a maradványhőeltávolító-rendszer továbbra is üzemképtelen volt.

A maradványhőeltávolító-rendszert 10:54-kor, illetve 11:45-kor állították helyre, a reaktorhűtő-rendszer szivárgó aramatúráját leválasztották a távvezérlésről, hogy le lehessen zárni és megszüntetni a szivárgást.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Nem lépett fel valós kezdeti esemény, mivel a zóna-üzemzavari hűtőrendszerek működése nem került veszélybe. A kezdeti szivárgást normál pótvíz-betáplálással sikerült kompenzálni (lásd 5.1.1. fejezet)
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	Amennyiben a szivárgásból kis folyásos üzemzavar alakult volna ki, akkor az összes szükséges biztonsági rendszer teljes mértékben üzemképes lett volna.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. fejezetből, a <b>10. táblázat</b> A sora a megfelelő, amely INES 0-ás alapminősítést határoz meg. Az 5.1.5. fejezet útmutatásának alkalmazásával, amennyiben a szivárgás mértéke tovább nőtt volna és az üzemeltetők nem lépnek közbe, akkor kis folyás következhetett volna be, ennek gyakorisága <i>lehetséges</i> . A <b>9. táblázat</b> A(2) cellájából a potenciális esemény minősítése INES 1-es lehetett volna. Mivel a potenciális esemény valószínűsége alacsony, ezért a minősítést INES 0 szintűre kell csökkenteni.
5.2 További tényezők	A konténment-izoláció téves kiváltása üzemeltetési nehézségekhez és félrevezető információhoz vezetett. Ezen okokból kifolyólag az eseményt egy szinttel feljebb, az INES 1-es szintre minősítették (lásd 5.2.1. fejezet).
Végső minősítés	INES 1

**31. példa: Üzemanyag-kazetta elejtése átrakás közben – INES 1***Az esemény leírása*

Üzemanyag-átrakás közben egy frissüzemanyag-kazetta megemelése után, az átrakógép teleszkópos karja spontán kihúzódott, és egy frissüzemanyag-kazetta az átrakógép-keret központi csövére süllyedt. A reteszek megfelelően működtek és nem következett be üzemanyag-sérülés vagy nyomásvesztés.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények:	Az eseménynek nem volt valós következménye
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Ugyan az esemény friss üzemanyaggal történt, de ugyanez megtörténhetett volna besugárzott üzemanyaggal is. Egy üzemanyag-kazetta leejtése <i>lehetséges</i> kezdeti eseménynek minősül.
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	A biztonsági rendszerek teljes mértékben rendelkezésre álltak.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Valós kezdeti esemény következett be. Az 5.1.3. fejezetből, a <b>9. táblázat</b> A(2) cellája a megfelelő, amely INES 1-es szintű minősítést határoz meg. A 6.3.8 fejezet útmutatása szerint ugyanerre az eredményre lehet jutni.
5.2 További tényezők	Nincs ok a feljebb minősítésre.
Végső minősítés	INES 1

**32. példa: A területi túteljesítmény-detektorok tökéletlen kalibrációja – INES 1***Az esemény leírása*

A reaktorvédelemben jelet adó detektorok kalibrációja során nem megfelelő kalibrációs tényezőt alkalmaztak. Az alkalmazott kalibrációs tényező 96%-os teljesítményre vonatkozott, bár a reaktor 100%-on üzemelt. A kalibrációs hibát kb. 6 órával később fedezték fel. Ekkor az összes detektort újrakalibráltak a 100%-os teljesítménynek megfelelő értékre. Ennek következtében a reaktorvédelem hatásossága korlátozott volt mindkét csatornán, 6 órán keresztül. Az esemény során egy alternatív, redundanciával rendelkező leállítási lehetőség is rendelkezésre állt.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Nem lépett fel valós kezdeti esemény. A reaktorvédelmi rendszert <i>várható</i> kezdeti eseményekre tervezték.
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	A biztonsági rendszer üzemképessége lecsökkent. Az üzemképesség kisebb volt, mint amit az <i>üzemeltetési szabályzat minimálisan</i>

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

	<i>megenged</i> , de nagyobb az elegendőnél. Egy másik, redundanciával rendelkező a leállítás kiváltására alkalmazott paraméter rendelkezésre állt. A rosszul kalibrált detektorok a legtöbb meghibásodás esetén védelmet biztosítottak volna.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. fejezetből, a <b>10. táblázat</b> C(1) cellája a megfelelő, amely INES 1-es vagy INES 2-es szintű minősítést határoz meg. Az INES 1-es szintet választották, mert az üzemképesség jelentősen meghaladta az <i>elegendő</i> szintet.
5.2 További tényezők	Az alapminősítés megváltoztatásának mérlegelésekor figyelembe kell venni, hogy a hiba csak rövid ideig állt fenn. Ugyanakkor belső szabályozási hibákra is fény derült. Ezek alapján úgy döntöttek, hogy az INES 1-es szintű minősítést fogadják el.
Végső minősítés	INES 1

**33. példa: Biztonsági rendszerág meghibásodása rutintesztelés során – INES 1***Eseményleírás*

A blokk névleges teljesítményen üzemelt. Az egyik dízelgenerátor rutinpróbája során a dízelgenerátor vezérlőrendszerének hibája lépett fel. A dízelgenerátort kb. 6 óra időtartamra, karbantartás céljából kivették üzemből, majd visszavették üzembe. Az ÜFK szerint amennyiben az egyik dízelgenerátort üzemből kiveszik, akkor a másik két biztonsági ágat le kell próbálni. Ezt a próbát nem hajtották végre. Később elvégezték a biztonsági ágak próbáját és azok üzemképesek voltak.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Nem lépett fel valós kezdeti esemény. A dízelgenerátorokat külső feszültségvesztés esetére tervezték ( <i>várható</i> ).
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	Az üzemképesség nem volt kisebb, mint az <i>üzemeltetési szabályzat által meghatározott minimálisan megengedhető</i> , mivel két ág üzemképes maradt.

5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. fejezetből, a <b>10. táblázat</b> B(1) cellája a megfelelő, amely INES 0-ás szintű minősítést határoz meg.
5.2 További tényezők	A személyzet indokolatlanul megsértette az üzemeltetési szabályzatot, ezért a minősítést INES 1-es szintűre emelték.
Végső minősítés	INES 1

### **34. példa: Az erőmű belső elárasztására vonatkozó tervezési alap nem megfelelő – INES 1**

#### *Eseményleírás*

Egy hatósági ellenőrzés feltárta, hogy a belső elárasztás következményeit nem megfelelően vették figyelembe a tervezéskor.

Az erőművi berendezések feltételezett meghibásodásából származó, egyes elárasztási eseményeket tárgyaló dokumentáció létezik, de nem végeztek teljes belsőelárasztás-elemzést az erőmű eredeti tervezése során, és ezt később sem pótolták.

A nem megfelelő tervezés felismerése után a potenciális elárasztási események elleni védekezésként néhány átalakítást hajtottak végre az erőművi berendezéseket és személyzetet veszélyeztető következmények minimalizálása érdekében. Ugyanakkor nem volt egyértelmű, hogy megfelelő-e a védelem a turbinaépületben bekövetkező, nem biztonsági osztályba sorolt csővezetékek meghibásodása esetén. A turbinaépületben kialakuló magas vízszint veszélyeztetné a biztonsági osztályba sorolt rendszerelemek (kiegészítő tápvízrendszer, a dízel generátorok és mind a 480 V, mind a 4160 V kapcsolótáblák) működőképességét, mivel ezek helyiségeit nem vízzáró ajtók választják el a turbinacsarnoktól, és ezek a helyiségek közös padlóösszefolyó-rendszerrel rendelkeznek.

Az ellenőrzés eredményeként a tervezési és az engedélyezési alap a belsőelárasztásos-eseményekre is összeállt, és a kiválasztott csővezetékekre és rendszerelemekre elvégezték a szeizmikus minősítést. Az 1-es biztonsági osztályba tartozó erőművi rendszerek és rendszerelemek tervmódosításait, valamint ennek megfelelően a VBJ módosítását is elvégezték. Az átalakítás keretében elárasztás elleni védekezésként gátakat telepítettek a helyiségek ajtaja elé, visszacsapó szelepeket szereltek fel a padlóösszefolyó-vezetékekre és a turbinacsarnok magas vízszintjére működésbe lépő a keringtető vízszivattyúkat leállító reteszt építettek ki.

*A minősítés magyarázata*

A tervezési hiányosságokra általában az időszakos biztonsági felülvizsgálatok vagy az üzemidő-hosszabbítási programok készítésekor bukkannak, de ezeket nem kezelik egyedileg az INES-skála szerint minősítendő eseményként. Ugyanakkor az egyéb tevékenység közben felfedett elemzési hibák eseményként jelenthetők. Jelen kézikönyv nem szándékozik megszabni, hogy mely eseményekről szükséges a közvéleményt tájékoztatni, hanem arra koncentrál, hogy segítse a közvéleménnyel közölt események minősítését. Ezt az eseményt azért hoztuk fel példának, hogy megmutassuk, hogyan lehet az ilyen típusú eseményeket az INES-skála alapján minősíteni.

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Nem lépett fel valós kezdeti esemény. A biztonsági rendszereket egy jelentős, energiaátalakító-rendszerbeli csőtörés kezdeti eseményére tervezték ( <i>valószínűtlen</i> kezdeti esemény).
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	A leállítást utáni hűtés biztonsági funkciója nem volt <i>elegendő</i> .
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. fejezetből, a <b>10. táblázat</b> D(3) cellája a megfelelő, amely INES 1-es szintű alapminősítést határoz meg.
5.2 További tényezők	Nincs ok a feljebb minősítésre.
Végső minősítés	INES 1

### **35. példa: Két üzemzavari dízelgenerátor nem indult a hálózati csatlakozás megszűntekor – INES 2**

*Eseményleírás*

Egy rosszul végrehajtott próba során a 400 kV-os transzformátorállomáson, villamos meghibásodás hatására, a blokk levált a hálózatról. A generátorok gerjesztése megemelte a feszültséget a generátorsínen (kb. 120%-ra). Ez a túlfeszültség a négy közül kettő szünetmentes áramellátó egység (UPS) egyenáram-váltakozó áram átalakítóját kiütötte. 30 másodperccel később, amikor a háziüzemi terhelési üzemmód mindkét turbógenerátoron megszűnt, az UPS-inverterek megakadályozták a 4 közül két dízelgenerátor csatlakozását az 500 V-os sínre. Kb. 20 perccel a kezdeti esemény után az 500 V-os dízelsínt az érintett részekben kézzel csatlakoztatták a telephelyen kívüli,

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

segédenergia-ellátóról táplált, 6 kV-os rendszerre, és ezáltal minden villamos rendszer üzemképes lett. A reaktor automatikus leállása sikeres volt, és minden szabályozórúd a tervezettnek megfelelően a zónába került. A primerkör túlnyomásvédelmi rendszerének két szelepe kinyitott a biztonsági rendszerek indokolatlan működésbe lépése miatt. A négyből rendelkezésre álló két zónaüzemzavari hűtőrendszer bőven elegendő volt a reaktor vízszintjének a zóna felett tartásához, ugyanis nem történt hűtőközegvesztés. A vezénylői személyzetnek nehézséget okozott az erőmű ellenőrzés alatt tartása az esemény során, ugyanis sok jelzés és műszerállás meghibásodott a két biztonsági betáp-sínen bekövetkező energiaellátás elvesztése miatt. A későbbi vizsgálatok arra mutattak rá, hogy a generátorsínen jelentkező túlfeszültség könnyedén megakadályozhatta volna mind a négy UPS-rendszer üzemét.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	A reaktort a védelem leállította, ami gyakori kiindulási esemény. A külső áramellátás részleges elvesztése is bekövetkezett, ami szükségessé tette a dízelgenerátorok kezdeti üzemét, amit a külső betáplálás kézi csatlakoztatása követett.
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	A hűtőrendszerek rendelkezésre álltak, de a kapcsolók nem kaptak betáplálást két sínen. A négyből két sín kiesése korlátozott időre engedélyezett, és a MÜSZ korlátozásain belül van.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. fejezetből, a <b>10. táblázat</b> C(1) cellája a megfelelő, amely INES 1-es vagy INES 2-es szintű alapminősítést határoz meg. Mivel az összes hűtőrendszer rendelkezésre állt, amikor sikerült azokat dízelbetáplálásra kapcsolni, így az alacsonyabb minősítést választották.
5.2 További tényezők	Egyértelműen közös módú meghibásodás történt, mivel mind a négy UPS-rendszert ugyanaz a túlfeszültség veszélyeztette. Emiatt a minősítést egy szinttel emelték.
Végső minősítés	INES 2.

Az esemény arra is rámutatott, hogy a biztonsági rendszerek sérülékenyek a külső betáplálás elvesztése és egyidejű túlfeszültség bekövetkezése esetén. Emiatt az esemény az üzemképességben azonosított csökkenés miatt is minősítendő.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem volt valós következménye
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Nem történt teljes külső feszültségvesztés, de az <i>várható</i> kezdeti esemény.
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	Feltételezve, hogy a külső feszültségvesztés tranziens (amelyik valószínű) túlfeszültséghez vezethet, akkor a dízeleknek indulniuk kellett volna, de nem volt energia a csatlakoztatásukhoz. Az üzemeltető személyzetnek 40 perce lett volna, hogy megtalálja a kézi csatlakoztatás lehetőségét. A fentieket is figyelembe véve a biztonsági funkció rendelkezésre állása csak <i>elegendő</i> volt.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. <i>fejezet</i> ből, a <b>10. táblázat</b> C(1) cellája a megfelelő, amely INES 1-es vagy INES 2-es szintű alapminősítést határoz meg. Mivel az összes hűtőrendszer rendelkezésre állt, amikor sikerült dízelellátásra kapcsolni, az alacsonyabb minősítést választották.
5.2 További tényezők	Ez az elemzés már feltételezi az összes UPS-rendszer meghibásodását, ezért nincs lehetőség további felfelé minősítésre.
Végső minősítés	INES 2-es szint az első elemzésre alapozva valós kezdeti eseménnyel.

**36. példa: Kismértékű primerköri szivárgás – INES 2***Eseményleírás*

Egy nagyon kis mértékű (a nedvességméréssel észlelt) szivárgást fedeztek fel az egyik biztonsági rendszer befecskendező ágának ki nem zárható részén. (A területet az anyagvizsgálati program során nem vizsgálják.) Hasonló, de kisebb hibák voltak a többi biztonsági rendszer befecskendező ágán is.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Az 5.1.5. <i>alfejezet</i> szerint, ha egy hiba a rendszerelem meghibásodásához vezetne, akkor jelentős vízvesztéssel járó baleset (LOCA) ( <i>valószínűtlen</i> kezdeti esemény) következhetett volna be.



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Kritérium	Magyarázat
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	Erre a feltételezett eseményre vonatkozóan a biztonsági funkció rendelkezésre állása teljes volt.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	A szerkezeti hibákra vonatkozó módszertan az 5.1.3. fejezet <b>9. táblázatának</b> A(3) cellájához vezet, amely az INES 2-es szintet határozza meg mint felső értéket. Mivel csak szivárgás következett be (a csővezeték valós sérülése nem), ezért a minősítést egy szinttel csökkenteni kell.
5.2 További tényezők	Mivel a hiba a biztonsági befecskendező vezetékek közös módú meghibásodásához vezethet, ezért a minősítést egy szinttel feljebb, az INES 2-es szintre emelték.
Végső minősítés	INES 2

**37. példa: A vízkivétel részleges elzáródása hideg időjárás mellett – INES 3***Eseményleírás*

Az esemény az atomerőmű mindkét blokkját érintette, de a magyarázat egyszerűsítése érdekében csak a 2. blokkra vonatkozó hatást vesszük figyelembe.

A telephelyi elektromos betáplálás a másik blokkról vagy a négy kiegészítő generátorról biztosítható volt.

Az esemény oka a térségben kialakult hideg időjárás volt. Jégtömbök zárták el a vízkivételt, és az alacsony hőmérséklet hozzájárult a hagyományos erőművi blokk kieséséhez az átviteli hálózat feszültségcsökkentését követően.

Az uszadékfogó alatt átcsúszó jég elérte az 1. blokk szivattyúállomásának gerebét. A jég átrendeződése az áramló jeget szilárd tömbbé formálta, ami részlegesen elzárta az 1. blokk szivattyúállomásának két szűrődobjához tartozó gerebet. Ez a nyersvízkivétel jelentős csökkenését okozta a szivattyúműben. A szint csökkenésére nem volt figyelmeztető jelzés.

A vízszintcsökkenés miatt vákuumvesztés lépett fel a kondenzátorokban, ami a négy kiegészítő generátor automatikus kieséséhez vezetett (09:30 és 09:34 között). A négy csatlakozó sín 1 másodpercen belül átállt hálózati betáplálásra.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

A 1. blokk fő generátora 09:28-kor kiesett, majd 09:34-kor a reaktor leállt.

A 2. blokk üzemben maradt, bár 09:33 és 10:35 között nem volt működőképes kiegészítő generátor a telephelyen (a MÜSZ nem ismert és nem engedélyezett ilyen állapotot). Az áramellátást csak a hálózat és a blokk két fő generátora biztosította. 10:55 után a második, kiegészítő generátort visszacsatlakoztatták, a két turbófűvőt az üzemelő kiegészítő generátorok táplálták, és a két másik turbófűvőt a két 400 kV vezetékről hajtották meg.

11:43-kor a hálózaton fellépő feszültségcsökkenést követően a 2. blokk két fő generátora szinte egy időben kiesett, ami miatt a biztonsági rudak beestek és a reaktor leállt.

Ekkor a négy kiegészítő generátorból csak kettő volt üzemben, emiatt a négy turbófűvő közül csak kettő maradt üzemben a zóna hűtésére. A 2. blokkot és a hálózathoz csatlakoztató vezetéseket 10 és 26 perc múlva megjavították, így a másik turbófűvőt is üzembe vették.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Ez egy összetett esemény, de a minősítés a 2. blokk telephelyi lényeges elektromos betáplálás nélküli üzemén alapul (a jégképződésből adódó hűtőközegvesztés miatt). Nem volt kiindulási esemény, de az a kezdeti esemény, ami a telephelyi elektromos betáplálás számára jelenthet kihívást a külső betáplálás elvesztése lenne ( <i>várható</i> ).
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	Az üzemanyag hűtésének biztonsági funkciója leromlott. A biztonsági funkció rendelkezésre állása nem volt elégséges, mivel nem volt elektromos betáplálás a telephelyen.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Nem volt valós kezdeti esemény. Az 5.1.4. fejezet <b>10. táblázat</b> ának D(1) cellája alkalmazandó, ami szerint az alapminősítés INES 3.
5.2 További tényezők	Ugyan a rendelkezésre állás ideje rövid (1 óra), a külső betáplálás elvesztésének valószínűsége magas volt. Sőt, kicsivel később valóban megszűnt a külső betáplálás. Emiatt az esemény lejjebb minősítése nem lenne helyes.
Végső minősítés	INES 3

**38. példa: A tornádó okozta hálózati zavarok miatt kieső blokk – INES 3***Eseményleírás*

Egy tornádó a hálózati vezetékek sérülését okozta. A rendszerben megjelenő erős frekvenciazavarok miatt a reaktorvédelem leállította a blokkot.

A blokk külső betáplálását az üzemi transzformátor biztosította. A főgőzkollektor nyomását fenntartották, a maradványhő-elvonás működött. A zóna hűtését természetes cirkuláció biztosította.

Feszültségcsökkenés-jelre a dízelgenerátorokat indító jel képződött, de a dízelgenerátorok nem csatlakoztak a sínekre. A dízelgenerátorokat indító jel – a feltételek fennállása miatt – öntartó maradt, azonban a dízelek nem indultak el az indítólevegő hiánya miatt.

Négy órával a blokk leállása után fél óra időtartamra teljes feszültségbetáplálás-vesztés történt. A tranziens során a zóna állapotát folyamatosan tudták ellenőrizni.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	Valós kezdeti esemény, a külső betáplálás elvesztése következett be. Ennek a kiindulási eseménynek a gyakorisága <i>várható</i> . A kezdeti eseményt egy tornádó okozta, de az <i>5.1.3. fejezet</i> kimondja, hogy a veszélyt önmagában nem lehet kiindulási eseménynek tekinteni.
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	Nem volt működőképes dízelgenerátor, a funkció rendelkezése állása megfelelő volt, a külső betáplálás elvesztésének korlátozott időtartama miatt.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Valós kezdeti esemény történt. Az <i>5.1.3. fejezet 9. táblázat</i> ának C(1) cellája alapján az alapminősítés INES 2-es vagy INES 3-as szint lehet. Mivel a biztonsági funkció ellátása éppen csak <i>megfelelő</i> volt, ezért az esemény minősítése INES 3.
5.2 További tényezők	Nincs indok feljebb minősítésre.
Végső minősítés	INES 3

### 39. példa: Turbinacsarnokban keletkezett tűz miatti teljes feszültségvesztés – INES 3

#### Eseményleírás

Tűz ütött ki a turbinacsarnokban. A nyomott nehézvízes reaktort kézzel leállították, és elindították a reaktor lehűtését.

A tűz miatt több kábel és más villamos berendezés sérült meg, ami teljes feszültségvesztést okozott. A zóna remanenshőjét természetes cirkulációval vonták el. A gőzfejlesztők szekunder oldalára dízelmotoros tűzivíz-szivattyúk biztosították a vizet. Bóros nehézvizet adtak a moderátorhoz a reaktor szubkritikus állapotban tartásához.

#### A minősítés magyarázata

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
5.1.1. Kezdeti esemény gyakorisága	A telephelyi (belső) villamos betáplálás elvesztése (IV, III, II vagy I osztály) egy <i>lehetséges</i> kezdeti esemény nyomott nehézvízes reaktor esetén, ami ténylegesen be is következett. Az előző példához hasonlóan a veszély önmagában nem tekinthető kezdeti eseménynek.
5.1.2. Biztonsági funkció rendelkezésre állása	A „hűtés” biztonsági funkciójának ellátása éppen csak <i>elégleges</i> volt, mivel a szekunder oldalt egy dízelmotoros tűzoltószivattyú táplálta meg, ami nem egy normál biztonsági rendszer.
5.1.3. és 5.1.4. Alapminősítés	Valós kezdeti esemény történt. Az 5.1.3. fejezet <b>9. táblázat</b> ának C(2) cellája alapján az alapminősítés INES 2-es vagy INES 3-as szint lehet.
5.2 További tényezők	INES 3-as szintet választottak, mivel nem volt működőképes biztonsági rendszer, és számos jelzés sem működött. Több lehetséges további egyszeres meghibásodás balesethez vezethetett volna.
Végső minősítés	INES 3

## Kidolgozott példák a 6. fejezethez kapcsolódóan

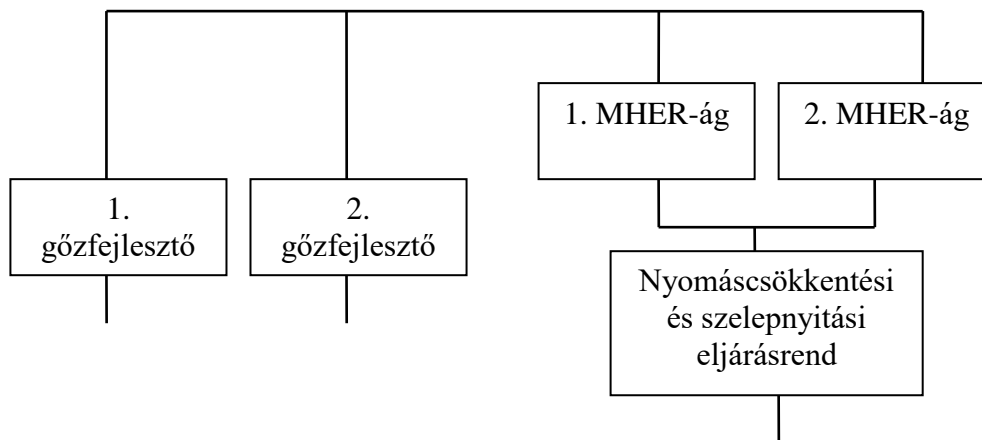
### Leállított energetikai reaktor eseményei

#### 40. példa: Lehűtés elvesztése a hűtőközeg nyomásának növekedése miatt - INES 0

##### Eseményleírás

A hűtőközeg két hőcserélőjén egyenként két izoláló armatúrával ellátott szívóvezetékeken keresztül cirkulációval biztosították a lehűtést. Az egyes vezetékeken lévő szelepeket független, a vezénylőből irányított nyomásszabályzókkal szabályozták. A primerkör zárva volt. A gőzfejlesztők üzemképesek voltak, biztosították, hogy a maradványhő-elvonás vesztesége miatti bármilyen hőmérsékletnövekedés lassú legyen. Biztonsági befecskendezés nem állt rendelkezésre. A nagynyomású biztonsági befecskendező szivattyúk függetlenek voltak a töltőszivattyúktól, lefúvatószelepek álltak rendelkezésre a primerköri nyomás szabályozására.

A biztonsági intézkedéseket az 8. ábra illusztrálja.



#### 8. ábra: A 40. példához tartozó biztonsági gát bemutatása

Az esemény akkor következett be, amikor a hűtőközeg nyomásának emelkedése az izoláló armatúrák zárását okozta. A vezérlőbeli riasztások figyelmeztették az üzemeltető személyzetet a szelep zárására, a nyomás csökkenése miatt a szelepek újra kinyitottak. A hőmérsékletek nem emelkedtek a MÜSZ-ben meghatározott korlátok fölé.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
6.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	Egy leállított energetikai reaktorral kapcsolatos esemény legsúlyosabb lehetséges következményei az INES 5-7. szintre minősíthetők.
6.2.2. Biztonsági gátak számának meghatározása	Négy műszaki elem volt. Hosszú idő áll rendelkezésre a szükséges intézkedések megtételére, feltéve, hogy a gőzfejlesztők képesek ellátni funkciójukat. A rendelkezésre álló idő elegendő a maradványhőelvonó-rendszer javítására. Emiatt a szelepek újranyitását megbízhatóbbnak lehet tekinteni, mint egy egyszeres elem esetén, továbbá mind a négy elemet függetlennek lehet tekinteni.
6.2.3. Alapminősítés meghatározása	A <b>11. táblázat</b> alapján az esemény minősítése INES 0 szintű.
Végső minősítés	INES 0

**41. példa: Lehűtés elvesztése a nyomásérzékelők téves üzeme miatt – INES 0***Eseményleírás*

A lehűtést a hűtőközeg maradványhőelvonó-hőcserélőn keresztüli, két izoláló armatúrával ellátott szívóvezetéken keresztüli cirkulációjával biztosították. A szelepeket a vezénylőből lehetett üzemeltetni. A primerkör nyitva volt, a reaktorakna el volt árasztva. A reaktor egy hete leállított állapotban volt, így bármilyen hűtőközeghőmérséklet-emelkedés nagyon lassú lett volna. A gőzfejlesztők karbantartásra voltak nyitva, és ezért nem álltak rendelkezésre. A biztonsági befecskendezés nem állt rendelkezésre. A nagynyomású biztonsági befecskendező szivattyúk függetlenek voltak a töltőszivattyúktól, lefúvatószelepek álltak rendelkezésre a primerköri nyomás szabályozására.

Az esemény akkor következett be, amikor a nyomásérzékelők téves működése az izoláló armatúrák zárását okozta. Vezénylői figyelmeztetések jelezték az üzemeltető személyzetnek a szelep zárását, akik ellenőrizve, hogy a nyomásemelkedés egy téves jel volt, újranyitották a szelepeket. A hőmérsékletek nem emelkedtek a MŰSZ-ben meghatározott korlátok fölé. 10 óráig tartott volna az üzemeltetési korlátok elérése.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
6.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	Egy leállított energetikai reaktorral kapcsolatos esemény legsúlyosabb lehetséges következményei az INES 5-7. szintre minősíthetők.
6.2.2. Biztonsági gátak számának meghatározása	<p>Az üzemanyag hűtésének biztonsági funkcióját figyelembe véve két biztonsági gát van. Egyik a maradványhőelvonó-rendszer, a másik a nagyon hosszú időtartam, ami rendelkezésre áll a vízutánpótlásra és a vízszint tartására (azaz a hőelvonás párologtatással való biztosítására).</p> <p>A második elem a 6.2.2.4. <i>alfejezet</i> alapján nagyon megbízhatónak tekinthető az alábbiak miatt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– hosszú idő áll rendelkezésre az intézkedés megtételére (legalább 10 óra az üzemeltetési korlátok elérésére)</li> <li>– több módon lehet vizet beadni (pl. alacsony nyomású ZÜHR-rendszer, tűzoltótömlők)</li> <li>– a biztonsági igazolás ezt a biztonsági gátat az egyik fő elemként veszi figyelembe.</li> </ul> <p>A fentiekén túl az idő a maradványhőelvezető-rendszer üzemképessé tételére is elegendő.</p>
6.2.3. Alapminősítés meghatározása	A 6.2.3.1. <i>alfejezet</i> ben található útmutatás alapján az esemény minősítése INES 0-ás szintű.
Végső minősítés	INES 0

**42. példa: Lehűtés teljes elvesztése – INES 1***Eseményleírás*

A reaktortartály lehűtése teljes mértékben kiesett több órára, amikor a maradványhőelvonó-rendszer szívóoldali izolálószelepei automatikusan bezáródtak. A szelepek nem megfelelő karbantartás eredményeként, a nukleáris biztonsági védelmi rendszer 2. osztálya áramellátásának elvesztése miatt zártak. Az alternatív áramellátást karbantartás miatt kiszakaszolták. A blokk hosszú ideje (kb. 16 hónapja) leállított állapotban volt, így a maradványhő nagyon alacsony volt. Az érintett időszakban a leállási hűtés nem volt üzemképes, a reaktortartályban a víz kb. 0,3 °C/h rátával melegedni

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

kezdett. A maradványhőelvonó-rendszert kb. 6 órával a kezdeti esemény után újraindították.

Ha a bomlási hő nem lett volna nagyon alacsony, akkor a rendelkezésre álló idő sokkal rövidebb lett volna, és nem lehetett volna mint nagy integritású elemet figyelembe venni. Ebben az esetben a hatásos biztonsági gátak az alábbiak lettek volna:

Az üzemeltető személyzet belső szabályozásai és tevékenysége a nukleáris biztonsági védelmi rendszer 2. osztálya áramellátásának helyreállítására;

Üzemeltető személyzet belső szabályozásai és tevékenysége a maradványhőelvonó-hűtés helyreállítására alternatív rendszerekkel.

A megmaradó elemek száma kettő, emiatt az esemény az INES 2-es szintre lenne minősítve. Az alapminősítés nem lenne a 3. szintre emelve, mivel egy további meghibásodás sem vezetne balesethez (lásd 6.2.4. fejezetet).

*A minősítés magyarázata*

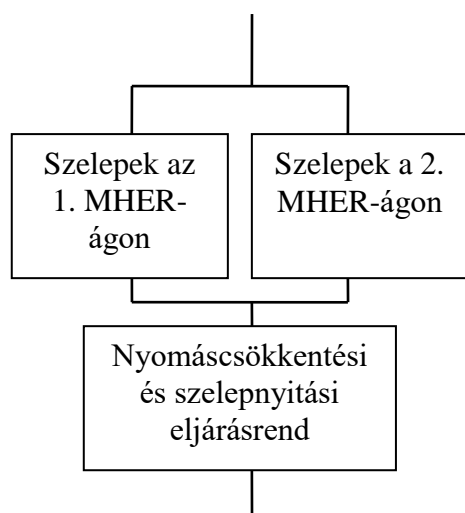
<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
6.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	Egy leállított energetikai reaktorral kapcsolatos esemény legsúlyosabb lehetséges következményei az INES 5-7 szintre minősíthetők.
6.2.2. Biztonsági gátak számának meghatározása	Az adott esemény során nagyon hosszú idő múlva lépne csak fel olyan súlyos következmény, mint a zóna sérülése vagy jelentős besugárzás. Az idő elegendő többféle, a helyzet jobbítását célzó intézkedés megtételére, így nagyon megbízható biztonsági gátak tekinthetők a 6.2.2.4. alfejezet alapján.
6.2.3. Alapminősítés meghatározása	Az esemény alapminősítése INES 0-s szint.
6.2.4. További tényezők	A nem megfelelő karbantartási tevékenység miatt a reaktor a MÜSZ-korlátokon kívülre került, emiatt a minősítést egy szinttel emelték, az INES 1-es szintre.
Végső minősítés	INES 1



### 43. példa: Lehűtés elvesztése a hűtőközeg nyomásemelkedése miatt – INES 2

#### Eseményleírás

A kialakítás megegyezik a **40. példában** leírtakkal, de a gőzfejlesztők karbantartásra nyitottak és ezért nem működőképesek. A biztonsági gátakat a **9. ábra** illusztrálja. Az esemény rövid idővel a reaktor leállása után következett be, amikor a hűtőközeg nyomásának emelkedése miatt a maradványhő-elvonó izoláló armatúrák lezártak. A vezénylői riasztások jelezték a személyzetnek a szelep zárását, majd a nyomás csökkentésével a szelepek újra kinyitottak. A hőmérsékletek nem emelkedtek a MŰSZ-ben meghatározott korlátok fölé. A bomlási hő kellően alacsony volt ahhoz, hogy öt órát vett volna igénybe az üzemeltetési korlátok elérése.



9. ábra: A 43. és 45. példához tartozó biztonsági gátak bemutatása

#### A minősítés magyarázata

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
6.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	Egy leállított energetikai reaktorral kapcsolatos esemény legsúlyosabb lehetséges következményei az INES 5-7. szintre minősíthetők.
6.2.2. Biztonsági gátak számának meghatározása	A biztonsági gátakat a 9. ábra illusztrálja. Két műszaki biztonsági gát és egy szoftverbiztonsági gát áll egymás után. Legalább öt óra áll rendelkezésre a szükséges intézkedések megtételére. A hosszú rendelkezésre állási idő

Kritérium	Magyarázat
	miatt az üzemeltetési belső szabályozás és a vonatkozó intézkedések egy egyszeres biztonsági gátnál megbízhatóbbnak tekinthetők.
6.2.3. Alapminősítés meghatározása	A <b>11. táblázat</b> alapján a két műszaki elem megléte miatt az eseményt az INES 2-es szintre minősítjük.
Végső minősítés	INES 2

#### **44. példa: Lehűtés elvesztése nyomásérzékelők téves működése miatt – INES 3**

##### *Eseményleírás*

A kialakítás megegyezik a **41. példánál** leírtakkal, de az esemény a leállítás után nagyon rövid idővel következett be. A lehűtést a hűtőközegnek a maradványhőelvonó-hőcserélőn keresztüli, két izoláló armatúrával ellátott szívóvezetéken keresztüli cirkulációjával biztosították. A primerkör zárva volt. Az izoláló armatúrák zárásakor a hűtőközeg hőmérséklete megemelkedett, de körülbelül egy óráig tartott volna az elfogadhatatlan hőmérsékletek elérése. A szelepeket a vezénylőből lehet irányítani, a gőzfejlesztők karbantartásra nyitva voltak és így üzemképtelenek voltak. A biztonsági betáplálás nem volt elérhető. A nagynyomású befecskendezőszivattyúk függetlenek a töltőszivattyúktól, lefúvatószelepek álltak rendelkezésre a primerköri nyomás szabályozására.

Az esemény akkor következett be, amikor a nyomásérzékelők téves működése miatt az izoláló szelepek lezártak. Vezénylői figyelmeztetések jelezték az üzemeltető személyzetnek a szelep zárását, akik ellenőrizve, hogy a nyomásemelkedés téves jel volt, újraindították a szelepeket. A hőmérsékletek nem emelkedtek a MÜSZ-ben meghatározott korlátok fölé.

##### *A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
6.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	Leállított energetikai reaktorral kapcsolatos esemény legsúlyosabb lehetséges következményei az INES 5-7. szintre minősíthetők.
6.2.2. Biztonsági gátak számának meghatározása	A primerköri hűtőközeg hűtése a maradványhőelvonó-rendszer egyszeres szívóágán keresztül az egyetlen biztonsági gát.

Kritérium	Magyarázat
	<p>Figyelembe kell venni a biztonsági gát műszaki és belső szabályozási szempontjait. Elsőként a hűtés helyreállításához szükséges intézkedéseket kell értékelni. Az üzemeltető személyzetnek biztosnak kell lennie abban, hogy a nyomásjelzés téves volt, és hogy amennyiben a hűtőközeg hőmérsékletének növekedését a nyomás növekedése okozta, akkor a nyomást csökkenteni kell. Létezett kidolgozott belső szabályozás a maradványhőelvonó-rendszer helyreállítására vonatkozóan a szelepek zárását követően. A tevékenység (kis tartalékkal) végrehajtható a rendelkezésre álló idő alatt. Technológiai szempontból bármelyik szelep újraindításának kivitelezhetetlensége a biztonsági gát elvesztését okozhatja. A szelepek nyithatatlansága esetén nem áll elegendő idő a javítás elvégzésére.</p> <p>A fentiek alapján a meglévő egyszeres biztonsági gát nem tekinthető nagy megbízhatóságúnak, még akkor sem, ha ez az egyetlen tervezett biztonsági gát. Annak szükségessége, hogy mindkét izoláló armatúrát ki kell nyitni a betáplálás helyreállításához, egyértelműen korlátozza a biztonsági gát megbízhatóságát.</p>
6.2.3. Alapminősítés meghatározása	Mivel csak egy biztonsági gát áll rendelkezésre, ezért a <b>11. táblázat</b> alapján az eseményt az INES 3-as szintre minősítjük.
Végső minősítés	INES 3

#### **45. példa: Lehűtés elvesztése a hűtőközeg nyomásának emelkedése miatt – INES 3**

##### *Eseményleírás*

A létesítmény kialakítása ugyanaz, mint a **44. példában**, de az esemény röviddel a leállítás után következett be, amikor a hűtőközeg nyomásának emelkedése miatt lezártak az izoláló armatúrák. A biztonsági gátakat a **43. példa 9. ábrája** illusztrálja.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
2. és 3. Valós következmények:	Az eseménynek nem voltak valós következményei.
6.2.1. Legsúlyosabb lehetséges következmények	Leállított energetikai reaktorral kapcsolatos esemény legsúlyosabb lehetséges következményei az INES 5-7. szintre minősíthetők.
6.2.2. Biztonsági gátak számának meghatározása	Jelen helyzetben két biztonsági gát létezik, bár mindkettő működőképessége függ attól, hogy a személyzet ki tudja-e nyitni a szelepeket. Így a biztonsági gátak megbízhatóságát az üzemeltető személyzet által elvégzendő beavatkozás korlátozza. Figyelembe véve a beavatkozás összetettségét és a rendelkezésre álló idő korlátozott voltát, csak egy hatékony biztonsági gáttal számolhatunk (azaz a nyomáscsökkentés és az izoláló szelepek nyitásának belső szabályozásával).
6.2.3. Alapminősítés meghatározása	A <b>11. táblázat</b> alapján az INES3-as szintre való minősítés a megfelelő.
Végső minősítés	INES 3

**Kidolgozott hazai példák az 5. és a 6. fejezetekhez kapcsolódóan**

**Munka előtti előkészítés, NM-tervezés, üzemviteli és karbantartási kockázatelemzés elmaradása, illetve a munka előtti eligazítás nemmegfelelősége miatt bekövetkező események**

**46. példa: Üzemanyag-kazetták jelentős sérülése a 2. blokk főjavítása alatt, az 1-es aknában elhelyezett tisztítótartályban, az üzemanyag tisztítását követően (1120. b20301; PAE2, 2003.04.10.) – INES 3**

*Eseményleírás*

A blokk tervezett főjavítása alatt az üzemanyag-kazetták és a reaktor belső elemeinek tisztítása volt folyamatban. A 4. tisztító konténerbe rakott üzemanyag-kazetták tisztítási programja 16:55-re befejeződött, a reaktor belső elemeinek tisztítása még folyamatban volt. A 4-es konténer 37 °C hűtött állapotban tartását a SIEMENS dolgozói folyamatosan végezték, búvárszivattyús keringtetéssel. 22:30-kor a szellőzőkémény üzemi

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

dozimetriai rendszerei (SZEJVÁL, KALINA) a nemesgázaktivitás-kibocsátás ugrásszerű növekedését jelezték (max.  $4,14 \times 10^{13}$  Bq/10 min), ugyanakkor a reaktorcsarnoki nemesgázaktivitás-mérések „vész” szintet jeleztek. Az ügyeletes mérnök azonnal elrendelte a reaktorcsarnokban végzett munkák felfüggesztését, illetve a terület elhagyását. Az esemény értékelésére és a teendők meghatározására Rendkívüli Karbantartási Munkabizottságot hívtak össze. Döntöttek a tisztítótartály nyitásáról, vizuális vizsgálatáról, lehetőség esetén az inhermetikus kazetták elkülönítéséről, illetve legsürgősebb feladatként a pihentetőmedence és az 1-es akna vizének elemzéséről. A vízkémiai elemzés első eredményei 04:00-kor készültek el. Ezek szerint a pihentetőmedence vizében a következő fontosabb hasadványokat találták:  $^{131}\text{Cs}$   $1,3 \times 10^6$  Bq/kg,  $^{137}\text{Cs}$   $8,6 \times 10^5$  Bq/kg,  $^{131}\text{I}$   $1,44 \times 10^7$  Bq/kg,  $^{132}\text{I}$   $2,01 \times 10^6$  Bq/kg. A tisztítókonténer fedelének levétele során a daru egyik emelőkötele elszakadt, és ugyanebben az időpontban a pihentetőmedence vízszintjének mintegy 7 cm-es csökkenését észlelték. Ez a jelenség egy esetleges hűtéskimaradás lehetőségét vetette fel, azonban a hűtést ellenőrző SIEMENS-munkavállalók egybehangzóan állították, hogy mind a hőmérséklet, mind a keringtetett mennyiség az esemény időpontjában megfelelő volt. A kibocsátás gyors kiértékelése alapján a 10:00-ig kibocsátott aktivitás összesen  $2,74 \times 10^{14}$  Bq értékű volt, ami a napi korlátnak kb. nyolcszorosa.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	A minősítés az INES-kézikönyv 6.3.2. fejezete alapján történt. A fűtőelemek jelentős mértékű szárazra kerülése és felmelegedése miatt az esemény minősítésére az INES 3-as szint indokolt.
Végső minősítés	INES 3

**47. példa: A 3-as blokki pihentetőmedencében talált szokatlan szennyeződés, illetve tárgyak. (1329. b30507; PAE3, 2005.10.17.) – INES 0***Eseményleírás*

A 3. blokk 2005. évi főjavítása során a pihentető- és átrakómedencék közötti zsilip falának bevonatolására került sor, melyet megelőzően a felületet korund (zsugorított alumínium-oxid őrlemény) fúvással tisztították meg. A takaró ponyvák levétele során, a pihentetőmedence víztér feletti elszívása révén, tisztítási maradék került a pihentetőmedencébe. 2005.10.17-én a 3. blokki pihentetőmedencében végzett tisztaságellenőrzés során a kazettafejek 70-80%-án hullott szennyeződést találtak. Ennek eloszlása nem

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

volt egyenletes, a leginkább érintett területek a zsiliphez közel helyezkedtek el. Ezután döntés született a pihentetőmedence tisztítására, amely során Gradel-szivattyúval eltávolították a szennyeződések látható részét. A tisztítás alatt a pihentetőmedence szerszámtároló polcán oda nem illő tárgyakat (csőrögző kengyel, rögzítőcsavarok) találtak.

*Esemény alapvető oka*

A munka kapcsán nem történt meg az ELJ-KARB-00-03 szerinti kockázatkezelés. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény a „Személyi” okmodulba, azon belül az „Előírás csoport” kategóriába és az „Utasítás követésének hiánya” csoportba tartozik.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Az INES-kézikönyv 6.3.8.2. fejezete szerint az üzemanyag kezelésével kapcsolatos eseménynél „a kiégett üzemanyag hűtését nem érintő és kibocsátással nem, vagy csak kis mértékben járó események INES 0 szintre minősítendőek”.
További tényezők	Kiegészítő tényező figyelembevétele nem indokolt.
Végső minősítés	INES 0

**48. példa: Vákuumromlás a 2. és az 1. blokkon a hermetikus térben, a szellőzőrendszereken végrehajtott tervezett ellenőrzés során. (1365. b20612; PAE2, 2006.08.08.) – INES 0**

*Eseményleírás*

2006.08.08-án, 09:32-kor tervezett szervizút keretében ellenőrizték a TL01,03 szellőzőrendszeri ventilátorok hajtóműveit a 2. blokki A010/2 jelű hermetikus helyiségben. Ellenőrzés közben a hermetikus tér vákuumértéke rövid ideig (~5 perc) lecsökkent a MÜSZ 5.4.3.4. pontjában előírt érték alá ( $p > -1,5$  mbar). A legkisebb érték  $p \sim 0,8$  mbar volt. 2006.08.08-án, 09:57-kor a jelenség az 1. blokkon is fellépett (~12 perc). Ekkor a legalacsonyabb érték  $p \sim 0,4$  mbar volt. Mindkét esetben, kezelői hiba miatt, a külső és a belső hermetikus ajtók egy időben, eltérő mértékben nyitva voltak.

*Esemény alapvető oka*

A KISUM-munkaprogram vonatkozó követelményei ellenére a munkát kiadó művezető nem tartott eligazítást és nem készítette fel a munkavégzőket az

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

elvégzendő tevékenységre. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény az „Első szintű ellenőrzés” okmodulba, azon belül a „Felkészítés NM” kategóriába és a „munkát megelőző eligazítás nem megfelelő” csoportba tartozik.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Kiinduló esemény nem volt. A kiinduló esemény gyakorisága kicsi / valószínűtlen. Az érintett biztonsági funkció rendelkezésre állása az üzemeltetési határokon és feltételeken belül volt, az eltérés rövid ideig állt fenn, ezért a minősítés az 5.1.4. fejezet <b>10. táblázat</b> „B” sora alapján INES 0.
További tényezők	Az esemény a biztonsági kultúra hiányosságai miatt következett be, de az eltérés csak rövid ideig állt fenn, ezért kiegészítő tényező figyelembevétele nem volt indokolt.
Végző minősítés	INES 0

**Az ellenőrzés elmaradása, az utasítások be nem tartása, az utasítások közötti eltérések, illetve az utasítások eltérő (vagy NM) értelmezése miatt bekövetkező események:**

**49. példa: LIP-logikai tervnek a feladattervhez képesti eltérő megvalósítása a 3-as blokki RVR során (1036. b10111; PAE1, 2001.11.30.) – INES 0**

*Eseményleírás*

A 3-as blokki RVR megvalósulási dokumentációjának ellenőrzése során az RVR KB szakemberei észlelték, hogy a LIP 1 program 0/1 lépcsőjének időzítése nem egyezik a 30RRP2071M202 számú feladattervben megjelölt értékkel (5 s). A magas szintű logikai tervben (30RRP2071M204) ugyanis 3s időzítés került betervezésre. Tekintettel arra, hogy ez utóbbi érték a FU-BIZT-03 5.6.1.2.2. sz. mellékletében szereplő időzítéssel nem egyezik, haladéktalanul intézkedtünk az 5s-os időzítés beállítására, illetve a magas szintű logikai terv ilyen irányú módosítására vonatkozóan. A felfedezett eltérés a biztonsági rendszerek rendelkezésre állását nem befolyásolta.

*Esemény alapvető oka*

RVR-dokumentumok (30RRP2071 M202 MA - védelmi feladatok leírása; 30RRP2071 M204 MA - magas szintű logikai terv és 30RRP2071 M205 MA) RVR KB és társasági szintű ellenőrzései nem tárták fel a dokumentumokban lévő eltérést. A gyártóműi végátvételi eljárás során sem került felderítésre az eltérés. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény az „Első szintű ellenőrzés” okmodulba, azon belül a „Munka alatti ellenőrzés nem megfelelő” kategóriába és a „Nem megfelelő ellenőrzés” okcsoportba tartozik

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Kiinduló esemény nem következett be, a biztonsági funkció rendelkezésre állása teljes maradt, a feltételezhető kiinduló esemény gyakorisága nagy / várható. Ezek alapján az 5.1.4. fejezet <b>10. táblázat</b> , A sor, 1-es oszlop figyelembevételével az alapminősítés INES 0.
További tényezők	Mivel az eltérés felismerését követően a szükséges intézkedés azonnal megtörtént, kiegészítő tényező figyelembevétele nem indokolt.
Végső minősítés	INES 0

### **50. példa: Indokolatlan főgőzkollektor-törés védelmi működése LIP-próba során, téves kapcsolás miatt (1058. b20204; PAE2, 2002.04.25.) – INES 0**

*Eseményleírás*

2002.04.25-én a 2-es blokk lehűtése volt folyamatban. A 150 °C alatti LIP2-próbákat az Y és W rendszeren rendben elvégezték. Az X LIP2-próba során az operátor tévedésből a jelzéstörő kapcsoló helyett a főgőzkollektor-törés kulcsos „bénítás” kapcsolóját működtette úgy, hogy a bénított védelmet élesítette. Mivel a technológiai állapotnak megfelelően (GF-ek feltöltése, víz-vizes hűtésre való átállás volt folyamatban) a nyomásfeltétel adott volt a működéshez, a védelmi működés megtörtént és rendben lefutott. A védelmi működést követően helyreállították a blokk állapotát és folytatták a lehűtést.

*Esemény alapvető oka*

A téves kapcsolás több összetevő hatásaként következett be, de ezek közül a kapcsoló kulcsának nem megfelelő kezelése került kiemelésre alapvető



okként. A kulcsos kapcsolókat, illetve a kulcsok kezelésére vonatkozó adminisztratív előírást az engedély nélküli és szándékolatlan kapcsolások megakadályozására vezették be. Ez a rendszer egy olyan műszaki és adminisztratív gát, amely a téves kapcsolások elkerülésére szolgált. A jelen esemény során ez a gát nem tudta ellátni funkcióját. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény a „Személyi” okmodulba, azon belül az „Előírás megsértése” kategóriába és az „Utasítás követésének hiánya” okcsoportba tartozik

#### *A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
Alapminősítés	Kiinduló esemény következett be, az érintett biztonsági funkció rendelkezésre állása teljes maradt, a kiinduló esemény -indokolatlan reaktorvédelmi működés. A kiinduló esemény gyakorisága nagy / várható. Ezek alapján az 5.1.4. fejezet <b>10. táblázat</b> , A sor, 1-es oszlop alkalmazásával a minősítés INES 0.
További tényezők	Kiegészítő tényező figyelembevétele nem volt indokolt.
Végső minősítés	INES 0

### **51. példa: Üzemanyagpálca maximális megengedett teljesítményének kismértékű túllépése a reaktor névleges teljesítményre történt felterhelését követően (1239. b20417; PAE2, 2004.08.31.) – INES 0**

#### *Eseményleírás*

A 2. blokk a 2003. áprilisi üzemzavart követő próbaüzemre történő indulása során 2004.08.30-án 20 óra 25 perckor elérte a 100 %-os teljesítményszintet. Ezt megelőzően az előírt alacsonyabb teljesítményszinteken a szükséges próbák és ellenőrzések sikeresen végrehajtásra kerültek, és a továbbhaladás lépéseit engedélyezték. 2004.08.31-én, 8 óra 22 perckor a Reaktorfizikai Osztály szakembere a reaktor ellenőrzőrendszerén (VERONA) végzett ellenőrzést. Az ellenőrzés során azt tapasztalta, hogy egy, a MÜSZ-ben nem, de a Tölteterv Biztonsági Jelentésében (továbbiakban TTBj) szereplő számított korlátozó paraméter (a pálcateljesítmény maximális megengedett értéke 50 kW) kb. 1%-os mértékben túllépésre került az aktív zóna 07-52, 15-52, 06-43 pozícióiban lévő frissüzemanyag-kazettáknál. Azonnali intézkedés történt a reaktor teljesítményének szükséges mértékű csökkentésére, és a további üzemelést az alacsonyabb teljesítmény mellett engedélyezték.

*Esemény alapvető oka*

A 2-es blokk ellenőrzési programjába nem került be egy, a TTBJ-ben szereplő paraméter, így a blokk felterhelésekor a paraméter ellenőrzése elmaradt. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény a „Személyi” okmodulba, azon belül a „Tevékenység, hozzáállás nem megfelelő” kategóriába és a „Részletek figyelmen kívül hagyása” okcsoportba tartozik

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Kiinduló esemény, amely az üzemanyagpálca integritását veszélyeztette volna, nem történt. A biztonsági funkciók rendelkezésre állása teljes volt, így az INES-kézikönyv 5.1.4. fejezet <b>10. táblázat</b> , 1-es oszlop, „A” sora szerint az alapminősítés INES 0.
További tényezők	Az eltérés észlelését követően a reaktor teljesítményét a szükséges mértékben csökkentették, ezért kiegészítő tényező figyelembevétele nem indokolt.
Végső minősítés	INES 0

**Berendezés meghibásodásából, a karbantartás hiányosságaiából, a tartalékalkatrész-képzés nemmegfelelőségéből, illetve a nem megfelelő, vagy hiányos karbantartási technológiák alkalmazása során kialakult események**

**52. példa: Két biztonsági rendszer üzemképtelensége (544. b19509; PAE1, 1995.09.08.) – INES 0**

*Eseményleírás*

A blokkon a 01VY-rendszer leürített állapota miatt végrehajtott X LIP-I program végén, a normál betáplálásra való visszatéréskor a 10BX03 megszakító nem volt kikapcsolható. A normál betáplálásra való visszatérés után a meghibásodott megszakítót rövid időn, 9 percen belül kicserélték, majd ismételt X LIP-I-próbával meggyőződtek a javítás sikerességéről.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
<b>Alapminősítés</b>	Az alapminősítés az INES-kézikönyv 5.1.4. fejezet <b>10. táblázat</b> C pontja szerint „1”. Csökkentő tényezőként figyelembe véve, hogy a meghibásodás rendkívül rövid ideig állt fenn, és ilyen rövid időtartam alatt a másik rendszer (Y) teljes értékűnek tekinthető.
<b>További tényezők</b>	Az eltérés észlelését követően a reaktor teljesítményét a szükséges mértékben csökkentették, ezért kiegészítő tényező figyelembevétele nem indokolt.
<b>Végső minősítés</b>	INES 0

**53. példa: ÜV-1-működés „két turbina kiesett” jelre BV-működés után (621. b39711; PAE3, 1997.08.20.) – INES 2***Eseményleírás*

A turbinaszabályzó dinamikai próbáit végezték, amihez 02:30-kor a 6-ból 3 főkeringtető szivattyút egy időben kikapcsoltak. A kikapcsolás után a reaktor és a turbinák leterhelődése megtörtént. 02:33-kor észlelték, hogy a 6-os gőzfejlesztőben folyamatosan növekszik a vízszint. A szintnövekedés a szintretesz-működések és operátori beavatkozások ellenére tovább folytatódott, és 02:37-kor +200 mm-nél blokkvédelmi működést követően, „utolsó turbina kiesett” jelre ÜV1 reaktorvédelmi működés következett be. A működés lefutása után a személyzet észlelte, hogy a 37 darab SZBV-kazetta közül egy (2/4) a helyzetjelzés szerint 200 és 225 cm közötti helyzetben maradt. A blokk paramétereit stabilizálták. A 6-os gőzfejlesztő szintnövekedésének okát a minősítés elkészítéséig nem sikerült megállapítani. A 2/4-es kazetta megakadásának okát tisztázó program összeállítását és a blokk lehűtését megkezdték. Korábban, 1997.08.07-én, a blokk főjavításról történő visszaindulása során ugyanezen kazetta megakadását észlelték. Ekkor a kazetta ismételt mozgása, valamint az elvégzett ellenőrzési program során akadást nem észleltek, így a blokkot újraindították.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Valós kiinduló esemény következett be, így az INES-kézikönyv 5.1.3. fejezet 9. táblázatát alkalmazzuk. A kiinduló esemény „mindkét turbina kiesett” jel volt, melynek gyakorisága „várható” (táblázat 1-es oszlop). Az SZBVR egy kazetta megszorulása esetén is teljesíti biztonsági funkcióját a tervezésnél figyelembe vett összes kiinduló eseményre. A MÜSZ által az adott helyzetre előírt feltételek teljesültek. Ezen okok miatt a minősítési táblázat B sora alkalmazható. A táblázat alapján az alapminősítés INES 1 vagy 2.
További tényezők	Kiegészítő tényezőként egy súlyosbító körülmény határozható meg: mivel az esemény ismétlődött (5.2.3. fejezet e, pontja), a korábbi esemény alapján a megfelelő tanulságok levonása valószínűleg nem történt meg. Ezek szerint a minősítés a kiegészítő tényező figyelembevételével: INES 2.
Végső minősítés	INES 2

**54. példa: A reaktorhűtő-közeg forgalmának nem megengedett mértékű csökkenése (1110. b30302; PAE3, 2003.01.22.) – INES 1***Eseményleírás*

Az üzemi ellenőrzés lerakódások képződését fedezte fel a 3. blokk reaktortartályának belső felületein, a reaktortartályon belüli berendezéseken, a főkeringtető csővezetékekben, a kazetták külső és belső felületein. Ezek a korábban elvégzett gőzfejlesztő dekontaminálások következtében alakultak ki. Az üzemelés során bebizonyosodott, hogy a lerakódások miatt a hőhordozó közeg reaktoron keresztüli forgalma a reaktor teljesítményét befolyásoló mértékben lecsökkent. Az elvégzett kiegészítő biztonsági elemzések azt mutatták, hogy bizonyos, kis valószínűséggel előforduló üzemzavari esetekben az üzemanyag-kazetták forgalma kisebb lehet annál az értéknél, mint amit a reaktor üzemeltethetőségét megalapozó, létező elemzések kiinduló feltételezései között figyelembe vettek. A fentiek miatt az erőmű vezetése döntött a 3. blokk 2003.02.01-i tervezett leállításáról, amit a hatóság jóváhagyólag tudomásul vett.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	A figyelembe vehető kiinduló esemény gyakorisága kicsi, valós kiinduló esemény nem történt, a megkívánt „zónahűtés” biztonsági funkciót a dugulás miatt nem megfelelőnek kell minősíteni, ezért az INES-kézikönyv 5.1.4. fejezet <b>10. táblázat</b> ának D sora és 3. oszlopa alapján az esemény minősítése INES 1.
További tényezők	Az értékelésénél súlyosbító vagy enyhítő tényező figyelembevételre nem volt indokolt.
Végső minősítés	INES 1

**55. példa: A 30RA01S103 gőzfejlesztő biztonsági szelep indokolatlan működése vezérlőegységben lévő „Bourdoncső” meghibásodása miatt (1330. b30508; PAE3, 2005.11.19.) – INES 0**

*Eseményleírás*

2005.11.19-én, a 3. blokkon, az atmoszférába redukáló próbája közben 50,3 bar főgőzkollektor-nyomásnál az egyes gőzfejlesztő biztonsági szelepe kinyitott. A biztonsági szelep indokolatlan nyitásakor a hurokhoz tartozó főkeringtető szivattyút leállították. A biztonsági szelep ezt követően lezárt. A próbát felfüggesztették. Ellenőrizték a „fedővédelmi” kontaktmanométereken a nyomást, amely megegyezett a főgőzkollektor nyomásával. Ezután a szakcsoport a 30GFBSZPNEIT tesztelési utasítás alapján azonosította az 1-es számú „Bourdoncső”-egység meghibásodását a vezérlőegységben. „Bourdoncső”-egység cseréjét követően a tesztelési utasítás alapján ismételt ellenőrzést hajtottak végre, amely sikeres lett. A javításig a blokk a MÜSZ 5.2.7.4 2/b pontjának hatálya alatt állt.

*Esemény alapvető oka*

A 30RA01S103 biztonsági szelep nyomáskapcsolójának membránjai előregedtek. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény a „Berendezés” okmodulba, azon belül a „Funkcionális hiányosságok csoport” kategóriába és a „Meghibásodott alkatrész” okcsoportba tartozik.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Valós kiinduló esemény történt. A kiinduló esemény gyakorisága nagy / várható. A biztonsági funkciók megvalósító rendszerek rendelkezésre állása teljes volt. Kiegészítő funkciók figyelembevétele nem szükséges. A fentiek alapján az esemény minősítése az INES-kézikönyv 5.1.3. fejezet <b>9. táblázat</b> 1. oszlop „A” sora szerint INES 0.
További tényezők	Kiegészítő tényező figyelembevétele nem indokolt.
Végső minősítés	INES 0

**56. példa: A 2-es blokk főjavítása során elvégzett ultrahangos vizsgálat víz jelenlétét mutatta ki 7 db SZBV-csonknál az alapanyag és bélésű közötti résben (1347. b20605; PAE2, 2006.03.24.) – INES 0**

*Eseményleírás*

A 2-es blokk főjavítása során a 03-34, 03-52, 09-58, 12-61, 15-34, 18-34 és a 21-40 koordinátájú SZBV-átvezető csonkoknál elvégzett ultrahangos vizsgálat víz jelenlétét valószínűsítette az alapanyag és a bélésű közötti résben (FB-UT-0993-2006 számú anyagvizsgálati jegyzőkönyv.). 2005-ben a 3-as blokk, illetve 2006-ban az 1-es blokk főjavítása során mutattak ki ehhez hasonlóan vizet az SZBV-átvezető csonkoknál.

A nemzetközi tapasztalatok alapján, a Pakson jelenleg párhuzamosan alkalmazott, 100 %-os réskaliberezéses és ultrahangos ellenőrzés, valamennyi hasonló konstrukciójú erőmű jelenlegi gyakorlatához viszonyítva, a leghatékonyabb vizsgálati kombinációt jelenti.

*Esemény alapvető oka*

A jelen eseményben tárgyalt hibát – melynek során az SZBV-csonkok bélésűcsöve és betétcsöve közötti részébe primerköri közeg került – a bélésűcsövet rögzítő 21/h jelű varrat meghibásodása okozta konstrukciós hiba miatt. Az üzemeltetési tapasztalatok, illetve az elvégzett elemzések alapján ez nem befolyásolja a blokk biztonságos üzemeltetését a következő ellenőrzésig. Ezen időszakban az SZBV-hajtások funkciójának ellátását potenciálisan akadályozó bélésűcső-dudorodás kialakulása nem valószínű. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény a „Berendezés” okmodulba, azon belül a „Tervezés NM” kategóriába és a „Tervminősítés NM” okcsoportba tartozik.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
Alapminősítés	Valós kiindulási esemény nem volt. A meghibásodás közvetve veszélyeztetheti a reaktivitásszabályozás megvalósulását. A berendezések kezdődő meghibásodását egy tervezett ellenőrzés során tárták fel, ezért az esemény alapminősítését az INES-kézikönyv 5.1.5. fejezete alapján INES 0 szintre minősítették.
További tényezők	Az ellenőrzést egy korábbi kivizsgálás írta elő minden blokkleállás során, ezért kiegészítő intézkedések meghozatalára nem volt szükség.
Végső minősítés	INES 0

**A szervezet működési hiányosságai során feltárt, és a munkavállalók nem megfelelő munkavégzéséből adódó események****57. példa: A MÜSZ-előírás megsértése egy kazetta leesése során (556. PAE00; 1995.12.14.) – INES 1***Eseményleírás*

14:20-kor a reaktor Szabályozó és Biztonságvédelmi Rendszerének egyik kazettája (2/4) szándékolatlanul alsó véghelyzetbe esett. A MÜSZ előírása szerint ilyen esetben a reaktort 70 %-ra leterhelik, a hibát elhárítják, majd a reaktort felterhelik a korábbi teljesítményszintre. A személyzet a reaktor leterhelését azonnal megkezdte, de a hiba megszüntetése után a leesett kazetta felemelését már a 70% elérése előtt, 87 %-nál elvégezte, megsértve ezzel a MÜSZ vonatkozó 5.3.1. pontját.

*A minősítés magyarázata*

<b>Kritérium</b>	<b>Magyarázat</b>
Alapminősítés	Az esemény alapminősítése INES 0 az INES-kézikönyv 5.1.3. fejezetének <b>9. táblázata</b> szerint, mivel a biztonsági funkciók nem sérültek.
További tényezők	Az írásos utasítások – beleértve a MÜSZ előírásait – be nem tartása alapján az esemény INES 1-es minősítést kapott.
Végső minősítés	INES 1

### 58. példa: Jogerős hatósági határozat be nem tartása (942. b00001; PAE01, 2000.09.21.) – INES 1

#### Eseményleírás

A PRISE („Térfogatkompenzátor nyomásának szabályozható csökkentése kiegészítő befecskendezéssel a TH szivattyúk nyomóágából” tárgyú) átalakítás engedélyezési dokumentációjában szerepel, hogy a megvalósítás során a TH-szivattyúk motorvédelmi készülékének túlterhelés-fokozatát átállítják annak érdekében, hogy a megnövekedett mechanikai teljesítmény mellett ne következzen be védelmi működések. Az átalakítás a 2000. évi főjavítások során az 1-2. blokkokon megvalósult, de az említett motorvédelmek átállítása nem történt meg, erre csak 2000.09.19-én, illetve 20-án került sor. Az esemény észlelését követő értékelés szerint az eseményt az engedélyezési feltételektől eltérő tevékenységként kezelték, azonban ez nem jelentette a TH-szivattyúknak a megvalósított biztonsági funkcióra való alkalmatlanságát.

A motorvédelmek átalakításának elmulasztása miatt primer-szekunder átfolyás esetén az üzemzavar kezelésében meghatározó, nagynyomású ZÜHR-szivattyúk üzemképtelenné válhattak volna.

#### A minősítés magyarázata

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	A többszintű védelem sérülése következett be, kiinduló esemény nélkül (5.1.4. fejezet 10. táblázat). A biztonsági funkció rendelkezésre állása alacsonyabb volt, mint a MÜSZ által megkövetelt üzemképességi szint (C sor). A biztonsági funkcióhoz rendelhető kezdeti esemény várható gyakorisága közepes (2. oszlop).
További tényezők	A minősítéskor a kiegészítő tényezőket (eltérés az engedélyezési dokumentumoktól, az üzembe helyezés nemmegfelelősége) nem vették figyelembe, ezért az alapminősítés alapján az esemény minősítése INES 1.
Végző minősítés	INES 1

### 59. példa: Időszakos üzemviteli próba MÜSZ-től eltérő végrehajtása (969. b40102; PAE4, 2001.01.18.) – INES 1

#### Eseményleírás

Ütemezett LIP-próbával kapcsolatosan - a hivatkozott időpontban - az OAH a MÜSZ 5.6.1.2.5. pontjának megsértését állapította meg. A MÜSZ-ben



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

meghatározottak szerint a lépcsőzetes indítási program lepróbálásának ciklusideje 6 hét. A nukleáris létesítmény az éves ütemtervben ezzel a ciklusidővel tervezte a próbákat, de az ütemezés rugalmasságának növelése érdekében a ciklusidőhöz képest plusz-mínusz 8 napos eltérést tett lehetővé a belső előírás, mely nem egyezik a MÜSZ-ben előírtakkal. Így a blokk állapotának és az egyéb ütemezett programoknak megfelelően a 6 héthez képest egy-két nappal előbb vagy később végezték el a próbákat. Ezt a gyakorlatot az erőmű hosszabb ideje követte. Az OAH levélben felhívta az erőmű figyelmét arra, hogy a folytatott gyakorlat nem elégíti ki a MÜSZ követelményét. Az eltérés felszámolására a minősítő nem kezdeményezett intézkedést. A 4-es blokki W LIP-tesztet 2001.01.22-én végezték el, 7 nappal a 6 hét lejáratja után. Az esetet az OAH NBI az RE-2649 számú határozatában a MÜSZ megsértésének minősítette.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Kiinduló esemény nem történt. A LIP-próba ütemezés szerinti végrehajtásának elmulasztásával 2001.01.18-án a 4. blokk a MÜSZ által meghatározott üzemeltetési korlátokon és feltételeken kívül került. A LIP üzembe lépéséhez tartozó, feltételezett kiinduló események valószínűsége várható, ezért az esemény alapminősítése az INES-kézikönyv 5.1.4. fejezet <b>10. táblázat</b> C sor 1. oszlopa alapján „1/2”.
További tényezők	Hosszabb ideje fennálló helytelen üzemeltetői gyakorlat, a MÜSZ-nél alacsonyabb szintű dokumentumok szerinti belső szabályozás, az OAH észrevételeinek figyelmen kívül hagyása. Enyhítő körülmények: valós biztonsági következmény nem jelentős. <b>INES 1</b>
Végső minősítés	INES 1

**60. példa: Teljesítmény szerinti egyenlőtlenségi együttható (Kq) és a vonatkozó MÜSZ-korlát túllépése a korlátozás kezelésére vonatkozó üzemviteli utasítástól való eltérés miatt (1044. b10201; PAE1, 2002.01.10.) – INES 0**

*Eseményleírás*

A blokkon, feltételezhetően a primerköri lerakódások miatt, a 2001. évi főjavítást követő visszaindulás után primerköri forgalom csökkenése és egyenlőtlenségi tényező növekedése volt tapasztalható. 2001. december 19. óta szükségessé vált a reaktor hőteljesítményének korlátozása a Kq megengedett 1.35-nél magasabb értéke miatt. A korlátozás üzemviteli

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

utasítás kiadásával került bevezetésre. 2002. január 10-én a blokk üzemviteli személyzete felterhelést hajtott végre a teljesítmény és a Kq-paraméter összefüggéseinek vizsgálatára. A felterhelés az érvényes üzemviteli utasítás előírásainak megszegésével történt, és a kísérlet során a megemelt teljesítmény olyan értéket ért el, amely értékhez tartozó Kq-érték magasabb volt, mint a MÜSZ-ben megengedett érték, és ez az állapot kb. 20 perc időtartamig állt fenn.

*Esemény alapvető oka*

Az üzemeltető személyzet és az ellenőrző vezető nem a kellő konzervatív megközelítést alkalmazta. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény a „Személyi” okmodulba, azon belül a „Hozzáállás nem megfelelő” kategóriába és - a blokkügyeletes esetében - a „Túlzott magabiztosság” csoportba kerül, míg a vezető esetében a „Nem megfelelő példamutatás” okcsoportba tartozik.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Kiinduló esemény nem történt. A biztonsági funkciót ellátó rendszerek rendelkezésre állása teljes volt. Az egyenlőtlenségi korlát három ezredes túllépése a legterheltebb üzemanyagpálca lineáris teljesítményében igen kis mértékű növekedést okozott, ami a pálca épségét nem veszélyeztette. Mivel az esemény a blokk biztonságát nem veszélyeztette, ezért az esemény minősítése az INES-kézikönyv 5.1.4. fejezet <b>10. táblázata</b> szerint INES 0.
További tényezők	Kiegészítő tényező figyelembevétele nem indokolt.
Végső minősítés	INES 0

**61. példa: Engedélyezett dózis túllépése az A339/1. helyiségben végzett állványépítés során, a helyiség késve megkezdett elhagyása miatt (1141. b10305; PAE1, 2003.07.12.) – INES 0**

*Eseményleírás*

2003. 07. 12-én egy dolgozó az A339/1. helyiségben, amely az 1. víztisztító hőcserélőinek helyisége, állványt épített. A 2993/2. számú, többnapos dozimetriai engedélyen 1 mSv dózist engedélyeztek a munkára. A dolgozó 0,6 mSv dózisonál még megkezdte a munkát a helyiség legbelső részén. Az elektronikus operatív dózismérő a beállításnak megfelelően hangjelzést adott. A dolgozó a megengedett dózis 90 %-ának meghaladásakor elindult

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

kifelé a helyiségből. A szűk hely, illetve a lassú haladási lehetőség miatt nem sikerült időben elhagyni a helyiséget, aminek következtében a megengedett értéket meghaladó, 1,123 mSv sugárterhelést kapott.

*Esemény alapvető oka*

A dolgozó megkezdett egy magasabb sugárterheléssel járó tevékenységet miközben nem figyelt megfelelően a figyelmeztető szinthez közeli értéket mutató elektronikus dózismérő hangjelzésére és kijelzőjére. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény az esemény a „Személyi” okmodulba kerül, azon belül az „Előírás megsértése” kategóriába és az „Előírás követésének hiánya” okcsoportba tartozik.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Az INES-kézikönyv 6.2.1. fejezete alapján az ilyen jellegű eseményeket a maximálisan lehetséges következmények, és az esetleges kiegészítő tényezők figyelembevételével minősítik. A dolgozót csak csekély mértékű többlet-sugárterhelés érte az engedélyezettnél; dóziskorlátot, illetve vizsgálati szintet nem ért el a kapott dózis. Ennek megfelelően az alapminősítés INES 0.
További tényezők	Kiegészítő tényező figyelembevétele nem indokolt.
Végső minősítés	INES 0

## **62. példa: Egy biztonsági funkciót ellátó rendszer biztonsági funkciójának ellátása miatti működésbe lépése (1303. b40505; PAE4, 2005.05.27.) – INES 0**

*Eseményleírás*

2005.05.27-én, 10:35-kor automatikus XLIP2 indult, mely sikeresen lefutott. A 40QD02 dízelgenerátort 11:22-kor állították le, és visszatértek normál betáplálásra. A LIP2 indulásának oka: 2 fő villamoskarbantartó, érvényes munkautasítással, a 40TL05D002 alfanumerikájú berendezés 41CB11/B leágazásában kábelföldzárlat-behatárolást végzett szigetelésellenállásméréssel, amikor a leágazásban zárlat keletkezett. A fenti leágazás berobbanásától a 41BB 6kv-os elosztón automatikus átkapcsolás történt, amely során a 40BX elosztón a feszültség 0,5U névleges érték alá esett 2 másodpercnél hosszabb időtartamra, ezért az XLIP2 és az 40QD02

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

dízelgenerátor elindult. A két dolgozó égési sérüléseket szenvedett, kórházba szállították őket.

*Esemény alapvető oka*

A szigetelésvizsgálatot végző VKO-szakemberek a munkájuk során nem tartották be a feszültségközeli munkavégzésre előírt egyes követelményeket. A Paksi Atomerőműben alkalmazott alapvetőok-elemzési módszer szerint az esemény a „Személyi” okmodulba, azon belül a „Hozzáállás NM csoport” kategóriába és a „Szabványos terminológia alkalmazásának hiánya” okcsoportba tartozik.

*A minősítés magyarázata*

Kritérium	Magyarázat
Alapminősítés	Az INES-kézikönyv 5.3.1. fejezet <b>9. táblázat</b> – valós kiinduló eseménnyel járó üzemzavarok – szerint a minősítés INES 0, mivel a biztonsági funkció rendelkezésre állása teljes volt.
További tényezők	Kiegészítő tényező figyelembevétele nem indokolt.
Végső minősítés	INES 0

### III. AZ ÜZEMELTETÉSI FELTÉTELEK ÉS KORLÁTOK (ÜFK) MEGSÉRTÉSÉVEL JÁRÓ ESEMÉNYEK MINŐSÍTÉSE

Az ÜFK előírja a biztonsági rendszerek minimális rendelkezésre állását úgy, hogy az üzemeltetés a nukleáris létesítményre vonatkozó biztonsági előírásokon belül marad. Az ÜFK-ban szerepel, hogy korlátozott ideig csökkent rendelkezésre állással is üzemelhet a létesítmény.

A MÜSZ tartalmazza az ÜFK-t, és abban az esetben, ha az ÜFK-ban előírtak nem teljesülnek, intézkedések végrehajtását írja elő, és időt biztosít a normál üzemhez való visszatéréshez vagy a megfelelő tartalékállapot eléréséhez.

Ha a rendszerek rendelkezésre állása az ÜFK-n belül van, és az üzemeltető a megengedett időnél tovább marad a csökkent rendelkezésre állási állapotban, akkor az eseményt az 1. szintre kell minősíteni a biztonsági kultúra hiányossága miatt.

Ha azt fedezik fel, hogy a rendszerek rendelkezésre állása akár csak kis időre is, de nem éri el az ÜFK-ban megengedett szintet, azonban az üzemeltető a MÜSZ előírásaival összhangban egy biztonságos állapotba viszi az létesítményt, akkor az eseményt az 5.1. fejezet szerint minősítik, de nem minősítik feljebb a MÜSZ megsértésére hivatkozva. Figyelembe veszik azt az időtartamot is, amíg az ÜFK-ban meghatározott biztonsági rendszerek rendelkezésre állása nem teljesült.

A formális ÜFK-n túl néhány ország a MÜSZ-ben további előírásokat vezetett be, pl. a rendszerelemek hosszú távú biztonságával kapcsolatos korlátozásokat. Olyan eseményeknél, ahol az ilyen korlátozásokat rövid ideig átlépik, az INES 0 szintű minősítés lehet a helyénvaló.

A leállított üzemállapotú reaktoroknál is a MÜSZ írja elő a minimális rendelkezésre állási követelményeket, de általános jelleggel nem ír elő határidőket a biztonságos üzemeléshez való visszatéréshez, vagy a megfelelő tartalékállapot eléréséhez, mivel ilyenkor nem lehetséges egy biztonságosabb állapot kijelölése. Követelmény, hogy az eredeti üzemállapotot a lehető legrövidebb időn belül állítsák helyre. Általában elmondható, hogy leállított üzemállapotban a rendelkezésre állást csökkentő meghibásodásokat a biztonsági gátak szerinti megközelítést alkalmazva minősítenek, és a rendelkezésre állás MÜSZ-ben megkövetelt szint alá történő csökkenését nem tekintik az ÜFK megsértésének.

#### IV. A PAKSI ATOMERŐMŰ BLOKKJAINAK KIINDULÓ ESEMÉNYEI

A Paksi Atomerőmű kiinduló eseményeinek jegyzékét a NUBIKI Kft. által végzett, minden évben aktualizált, valószínűségi alapú biztonsági elemzések 2011. évi érvényes változata alapján állítottuk össze. Az elemzések aktuális eredményeit mindenkor a VBJ 15.3 Összefoglaló az erőmű biztonságának aktuális megítéléséről a valószínűségi biztonsági elemzések szemszögéből című fejezete tartalmazza. A **25.** és **26. táblázat** tartalmazza a teljesítményüzemre, az elárasztásos, a tűzkockázati, a földrengésből adódó, valamint a leállási üzemállapotokra vonatkozó elemzések eredményeit.

##### **25. TÁBLÁZAT: A PAKSI ATOMERŐMŰ BLOKKJAINAK KEZDETIESEMÉNY-LISTÁJA – KEZDETI ESEMÉNYEK TELJESÍTMÉNYÜZEM ALATT**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>		<b>Gyakoriság (1/év)</b>
<b>Belső eredetű kezdeti események</b>		
<b>Várható események</b>		
<b>D2</b>	ZÜHR-működést nem kiváltó, pótvízrendszerrel kompenzálható kis folyás	$1,05 \cdot 10^{-1}$
<b>E4</b>	ZÜHR-működést nem kiváltó, pótvízrendszerrel kompenzálható interfész LOCA	$3,09 \cdot 10^{-2}$
<b>F1</b>	Három főkeringtető szivattyú kiesése	$1,26 \cdot 10^{-1}$
<b>G1</b>	Egy tápszivattyú kiesése (tartalék nem indul)	$1,22 \cdot 10^{-1}$
<b>G2</b>	Összes tápszivattyú kiesése	$5,57 \cdot 10^{-2}$
<b>H1</b>	Gőzfejlesztő izolálószelepének szándékolatlan zárása	$2,05 \cdot 10^{-1}$
<b>I1</b>	Gőzfejlesztő biztonsági szelepének szándékolatlan nyitása	$6,21 \cdot 10^{-2}$
<b>I2</b>	Atmoszférába redukáló szándékolatlan nyitása	$3,71 \cdot 10^{-2}$
<b>J1</b>	Egy turbina kiesése	$5,20 \cdot 10^{-1}$
<b>J2</b>	Két turbina kiesése	$1,10 \cdot 10^{-1}$
<b>J3</b>	Teherledobás	$9,45 \cdot 10^{-2}$
<b>K1</b>	Teljes feszültségkiesés (összes 6 kV-os gyűjtősín kiesése)	$4,51 \cdot 10^{-2}$
<b>K2</b>	Egy 6 kV-os gyűjtősín kiesése	$1,26 \cdot 10^{-1}$
<b>M1</b>	Indokolatlan reaktorleállítás	$6,30 \cdot 10^{-1}$

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>		<b>Gyakoriság (1/év)</b>
<b>N1</b>	Ellenőrizetlen szabályzórúd-visszahúzás	$9,77 \cdot 10^{-3}$
<b>N2</b>	Ellenőrizetlen szabályzórúdcsoport-visszahúzás	$1,44 \cdot 10^{-2}$
<b>N3</b>	Szándékolatlan tisztakondenzátum-beadás a primer körbe	$1,42 \cdot 10^{-2}$
<b>Lehetséges események</b>		
<b>C4</b>	Közepes (L3) csőtörés ZÜHR-működést nem befolyásoló helyen	$2,68 \cdot 10^{-4} *$
<b>C6</b>	Térfogatkompenzátor biztonsági szelepek szándékolatlan nyitása	$8,66 \cdot 10^{-3}$
<b>C7</b>	Közepes (L2) csőtörés ZÜHR-működést nem befolyásoló helyen	$1,37 \cdot 10^{-3}$
<b>C8</b>	Közepes (L2) csőtörés TH-működést befolyásoló helyen	$6,22 \cdot 10^{-4}$
<b>C9</b>	Térfogatkompenzátor lefúvatószelepek szándékolatlan nyitása	$1,39 \cdot 10^{-3}$
<b>D1</b>	ZÜHR-működést kiváltó kis folyás	$2,78 \cdot 10^{-3}$
<b>E1</b>	Primerköri hűtőközeg átfolyása a szekunder körbe	$4,09 \cdot 10^{-3}$
<b>E2</b>	ZÜHR-működést kiváltó primerköri hűtőközeg-átfolyás a szekunder körbe	$1,01 \cdot 10^{-3}$
<b>E3</b>	ZÜHR-működést kiváltó interfész LOCA	$3,39 \cdot 10^{-4}$
<b>G3</b>	Teljes keresztmetszetű tápvízkollektor törése	$2,94 \cdot 10^{-3} *$
<b>G4</b>	Tápvízvezeték-törés a hermetikus téren kívül	$8,71 \cdot 10^{-5} *$
<b>G5</b>	Tápvízvezeték-törés a tápszivattyú vezetékén	$5,38 \cdot 10^{-3} *$
<b>G6</b>	Tápvízvezeték-törés a hermetikus téren belül	$4,82 \cdot 10^{-4} *$
<b>I4</b>	Főgőzkollektor-törés	$4,02 \cdot 10^{-4} *$
<b>K3</b>	EV-gyűjtősín kiesése	$1,06 \cdot 10^{-2}$
<b>L3</b>	Üzemelő pótvízszivattyú kiesése (tartalék nem indul)	$4,77 \cdot 10^{-3}$
<b>Valószínűtlen események</b>		
<b>A1</b>	Reaktortartály-törés	$5,00 \cdot 10^{-7}$
<b>A2</b>	Szabályzórúd-kilökődés	$2,50 \cdot 10^{-5}$

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>		<b>Gyakoriság (1/év)</b>
<b>B1</b>	Nagy csőtörés; 2., 3., 5. hurok hidegág	$9,97 \cdot 10^{-6}$ *
<b>B2</b>	Nagy csőtörés; 1., 6. hurok hidegág	$8,04 \cdot 10^{-6}$ *
<b>B3</b>	Nagy csőtörés; 4. hurok hidegág	$1,61 \cdot 10^{-6}$ *
<b>B4</b>	Nagy csőtörés; 1., 2., 3., 5., 6. hurok melegág	$1,48 \cdot 10^{-5}$ *
<b>B5</b>	Nagy csőtörés; 4. hurok melegág	$9,65 \cdot 10^{-7}$ *
<b>C1</b>	Közepes (L4) csőtörés ZÜHR-működést nem befolyásoló helyen	$2,92 \cdot 10^{-5}$ *
<b>C2</b>	Közepes (L4) csőtörés TJ-működést befolyásoló helyen	$2,72 \cdot 10^{-6}$ *
<b>C3</b>	Közepes (L4) csőtörés TH-működést befolyásoló helyen	$1,01 \cdot 10^{-6}$ *
<b>C5</b>	Közepes (L3) csőtörés TH-működést befolyásoló helyen	$8,54 \cdot 10^{-5}$ *
<b>I3</b>	Gőzvezeték-törés	$7,15 \cdot 10^{-5}$ *
<b>K4</b>	Téves ZÜHR13-jel	$1,33 \cdot 10^{-5}$
<b>L1</b>	főkeringtető szivattyú közbenső hűtőkörének meghibásodása	$1,01 \cdot 10^{-4}$
<b>L2</b>	SZBV közbenső hűtőkörének meghibásodása	$1,01 \cdot 10^{-4}$
<b>Belső elárasztás **</b>		
<b>Várható események</b>		
<b>Lehetséges események</b>		
<b>A201/2-2</b>	Gőzfejlesztő és főkeringtető szivattyú boxának elárasztása gőzsugárral	$4,3 \cdot 10^{-4}$ **
<b>M101/2-2</b>	Turbinagépház (+0,0m) elárasztása gőzsugárral	$2,7 \cdot 10^{-3}$ **
<b>E412/2-2</b>	Tápvíz- és főgőzrendszeri csőfolyosó elárasztása gőzsugárral	$2,9 \cdot 10^{-3}$ **
<b>M01/1-4</b>	Gépház pinceszint (elárasztás kondenzátor hűtővízzel)	$2,7 \cdot 10^{-4}$
<b>A341/2-3</b>	2. blokk csővezetékfolyosó elárasztása gőzsugárral	$1,8 \cdot 10^{-4}$ **
<b>A341/2-4</b>	2. blokk csővezetékfolyosó elárasztása gőzsugárral	$1,4 \cdot 10^{-4}$ **



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>		<b>Gyakoriság (1/év)</b>
<b>Valószínűtlen események</b>		
<b>A339/2-2</b>	1. sz. speciális víztisztító hőcserélői helyiségének elárasztása gőzsugárral	$6,8 \cdot 10^{-5}$ **
<b>Tűzesemények ***</b>		
<b>Várható események</b>		
<b>M2</b>	Turbina gépház (M01/2+M101/2)	$2,37 \cdot 10^{-2}$ ***
<b>Lehetséges események</b>		
<b>VV201/0-1</b>	Vízmű vez. - Vízmű vezénylő	$5,12 \cdot 10^{-4}$ ***
<b>E210/2-2</b>	2.B. W bizt. rsz. kábelhelyiség	$1,60 \cdot 10^{-4}$ ***
<b>E318/I-1</b>	Közös üzemi vezénylő	$3,36 \cdot 10^{-3}$ ***
<b>E507/2-2</b>	2.B. X bizt.rsz. relé helyiség	$2,26 \cdot 10^{-3}$ ***
<b>E204/2-2</b>	Blokkvezénylő kábelhelyisége I.	$1,49 \cdot 10^{-4}$ ***
<b>E306/2-2</b>	Blokkvezénylő és relétér	$5,69 \cdot 10^{-3}$ ***
<b>E01/2-3</b>	2.B. X bizt. rsz. kábelhelyiség	$1,20 \cdot 10^{-4}$ ***
<b>E209/2-2</b>	2.B. X bizt. rsz. kábelhelyiség	$1,15 \cdot 10^{-4}$ ***
<b>E310/2-2</b>	Bizt. rsz-hez nem tartozó relé helyiség	$2,15 \cdot 10^{-3}$ ***
<b>E212/2-3</b>	1-2.B. kábelhelyiség	$1,24 \cdot 10^{-4}$ ***
<b>A415/2-2</b>	Hosszirányú kezelőfolyosó	$1,58 \cdot 10^{-3}$ ***
<b>Valószínűtlen események</b>		
<b>E212/2-4</b>	2.B. Kábelhelyiség	$7,67 \cdot 10^{-5}$ ***
<b>E408/2-2</b>	2.B. X bizt. rsz. kábelhelyiség	$7,28 \cdot 10^{-5}$ ***
<b>E407/2-2</b>	2.B. Y bizt. rsz. kábelhelyiség	$6,08 \cdot 10^{-5}$ ***
<b>E405/2-2</b>	Folyosó	$6,44 \cdot 10^{-5}$ ***

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>		<b>Gyakoriság (1/év)</b>
<b>Földrengés</b>		
<b>Várható események</b>		
<b>Lehetséges események</b>		
<b>SEIS1</b>	Földrengés (0,07-0,10g)	$2,69 \cdot 10^{-3}$
<b>SEIS2</b>	Földrengés (0,10-0,15g)	$1,08 \cdot 10^{-3}$
<b>SEIS3</b>	Földrengés (0,15-0,22g)	$3,16 \cdot 10^{-4}$
<b>Valószínűtlen események</b>		
<b>SEIS4</b>	Földrengés (0,22-0,32g)	$8,71 \cdot 10^{-5}$
<b>SEIS5</b>	Földrengés (0,32-0,48g)	$2,35 \cdot 10^{-5}$
<b>SEIS6</b>	Földrengés (0,48-0,70g)	$4,76 \cdot 10^{-6}$
<b>SEIS7</b>	Földrengés (0,70-1,00g)	$8,99 \cdot 10^{-7}$

\*: Kizárólag a 2. blokkra érvényes adat, a többi blokkra érvényes adatot a VBJ 15.3. fejezete tartalmazza, a kezdeti események gyakoriság szerinti besorolása az 1-4. blokkok esetén megegyezik.

\*\* : Kizárólag a 2. blokkra érvényes adat, belső elárasztás esetében a lehetséges események nagy száma miatt a táblázatban a belső elárasztási esetekből származó zónakárosodási gyakorisághoz legalább 1 %-os hozzájárulással bíró kezdeti események szerepelnek. Adott blokkon, adott elárasztási esemény gyakoriság szerinti besorolása esetén a VBJ 15.3 fejezete az irányadó dokumentum.

\*\*\*: Kizárólag a 2. blokkra érvényes adat, a lehetséges tűzesemények nagy száma miatt a táblázatban a tűzesetekből származó zónakárosodási gyakorisághoz legalább 1 %-os hozzájárulással bíró kezdeti események szerepelnek. Adott blokkon, adott tűzesemény gyakoriság szerinti besorolása esetén a VBJ 15.3 fejezete az irányadó dokumentum.

## 26. TÁBLÁZAT: A PAKSI ATOMERŐMŰ BLOKKJAINAK KEZDETIESEMÉNY-LISTÁJA – KEZDETI ESEMÉNYEK LEÁLLÁSI ÜZEMÁLLAPOTOKNÁL

Kezdeti esemény azonosítója		Gyakoriság (1/év)
<b>Leállási üzemállapotok (2. blokk, 5. sz. üzemállapot)</b>		
<b>Várható események</b>		
<b>05_G10</b>	Lehűtőrendszeri szivattyúk kiesése	$3,10 \cdot 10^{-2}$
<b>05_K1</b>	Teljes feszültségkiesés	$4,51 \cdot 10^{-2}$
<b>05_N4</b>	Csőtörés a pótvíz-kishűtőben	$5,00 \cdot 10^{-2}$
<b>05_N5</b>	Tiszta kondenzátum tévesen nyitva a TC-szűrőkre	$9,83 \cdot 10^{-2}$
<b>Lehetséges események</b>		
<b>05_D3</b>	Kis folyás	$6,20 \cdot 10^{-4}$
<b>05_G3</b>	Teljes keresztmetszetű tápvízkollektor-törés	$3,30 \cdot 10^{-4}$
<b>05_G4</b>	Tápvízvezeték-törés a hermetikus téren kívül	$2,02 \cdot 10^{-4}$
<b>05_H2</b>	Üzemi lehűtőrendszeri útvonal szándékolatlan lezáródása	$1,75 \cdot 10^{-4}$
<b>05_N7</b>	Téves TK – TD – pótvíz-gáztalanító útvonal	$6,24 \cdot 10^{-3}$
<b>Valószínűtlen események</b>		
<b>05_A1</b>	Reaktortartály törése	$1,01 \cdot 10^{-7}$
<b>05_A2</b>	Szabályzórud kilökődése	$1,52 \cdot 10^{-5}$
<b>05_B8</b>	Nagy folyás	$2,63 \cdot 10^{-5}$
<b>05_E5</b>	Interfész LOCA	$6,90 \cdot 10^{-5}$
<b>05_G6</b>	Tápvízvezeték-törés a hermetikus téren belül	$1,89 \cdot 10^{-5}$
<b>05_G7</b>	Lehűtőrendszeri csőtörés	$4,89 \cdot 10^{-5}$
<b>05_I3</b>	Gőzvezeték törése	$2,20 \cdot 10^{-5}$
<b>05_I4</b>	Főgőzkollektor törése	$9,74 \cdot 10^{-5}$

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>		<b>Gyakoriság (1/év)</b>
<b>Földrengés</b>		
<b>Várható események</b>		
<b>Lehetséges események</b>		
<b>05_SEISMIC-1</b>	Földrengés (0,07-0,10g)	$2,69 \cdot 10^{-3}$
<b>05_SEISMIC-2</b>	Földrengés (0,10-0,15g)	$1,08 \cdot 10^{-3}$
<b>05_SEISMIC-3</b>	Földrengés (0,15-0,22g)	$3,16 \cdot 10^{-4}$
<b>Valószínűtlen események</b>		
<b>05_SEISMIC-4</b>	Földrengés (0,22-0,32g)	$8,71 \cdot 10^{-5}$
<b>05_SEISMIC-5</b>	Földrengés (0,32-0,48g)	$2,35 \cdot 10^{-5}$
<b>05_SEISMIC-6</b>	Földrengés (0,48-0,70g)	$4,76 \cdot 10^{-6}$
<b>05_SEISMIC-7</b>	Földrengés (0,70-1,00g)	$8,99 \cdot 10^{-7}$

A nagy terjedelem miatt a leállási üzemállapotok kezdetiesemény-listáját szemléltető táblázatban csak a 2. blokk 5. számú üzemállapotának (Lehűtés 150°C-ról 60°C-ig) adatait tüntettük fel tájékoztató jelleggel. Az egyes üzemállapotokban (1-24.) a kezdeti események köre és gyakorisága különbözik/különbözhet. Adott blokkon, adott leállási üzemállapotban a kezdeti esemény gyakoriság szerinti besorolása esetén a VBJ 15.3 fejezete az irányadó dokumentum.

## V. A KIÉGETT KAZETTÁK ÁTMENETI TÁROLÓJÁNAK (KKÁT) KIINDULÓ ESEMÉNYEI

A részletes vizsgálat tárgyát képező események egységes listában történő összefoglalását a **27. táblázat** tartalmazza, amely a paksi KKÁT VBJ 2012-es verzió IV. kötet 8.5.4. fejezete alapján az előfordulási gyakoriság szerinti bontásnak megfelelően sorolja fel a kezdeti eseményeket. A táblázat egyes oszlopainak tartalma a következő:

- Kezdetiesemény-azonosító: azonosító, amely megfelel az „Eseményfák leírása” fejezet azonosítóinak. (FÉ = fogadóépület ÁG = átrakógép K= kamra)
- Definíció: A kezdeti esemény rövid leírása.
- Gyakoriság: Az esemény gyakorisága 1/év dimenzióban. Itt csak akkor szerepel érték, ha bázisesemény a forrás. Ha hibafa adja meg az értéket, akkor az aktuális érték a modell futtatása során alakul ki, azaz a gyakoriság csak az eseményláncok egészére került kiszámításra, külön a kezdeti eseményre nem.

### 27. TÁBLÁZAT: A KKÁT KEZDETIESEMÉNY-LISTÁJA

Kezdeti esemény azonosítója	Definíció	Gyakoriság (1/év)
FÉ 1.1.	Az aktív szellőzés szűrőrendszere nem működik a HEPA-szűrők szivárgása vagy eltömődés miatti felhasadása következtében. Az átkapcsoló mechanika sem működik vezérlési hiba miatt. A rendszer minden más berendezése normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-2}$
FÉ 1.2.	Az aktív szellőzés szűrőrendszere nem működik a HEPA-szűrők szivárgása vagy eltömődés miatti felhasadása következtében.	$1 \cdot 10^{-2}$
FÉ 2.1.	Az aktív szellőzőrendszer vezérlési meghibásodás miatt nem működik, így nem biztosít megfelelő elszívást a potenciálisan kontaminált területekről. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 2.2	Az aktív szellőzőrendszer vezérlési meghibásodás miatt nem működik, így nem biztosít megfelelő elszívást a potenciálisan kontaminált területekről. A szárító rendszer fémszűrője meghibásodott, ezért nem szűri a felületi lerakódást. Minden más rendszer normálisan működik.	$2,4 \cdot 10^{-4}$

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
FÉ 2.3.	Az aktív szellőzőrendszer meghibásodik. Nincs elszívás a potenciálisan kontaminált területekről. A kazettaszárítás tiltott vagy leáll.	$1,9 \cdot 10^{-1}$
FÉ.3.1.	Vezérlési hiba miatt a konténerszállító kocsí szeizmikus rögzítése nem tolódik be az átrakóhelynél, mielőtt kazettát emelnek a szárítócsőbe. Maximális méretezési földrengés nem következik be.	$1,9 \cdot 10^{-4}$
FÉ 3.2.	Az átrakógép kazettát kezel az átrakóhelyen. A vezérlőrendszer tévesen visszahúzza a konténerszállító kocsí vagy forgóasztalának szeizmikus rögzítését. Maximális méretezési földrengés nem következik be. Minden más rendszer normálisan működik.	$1,9 \cdot 10^{-4}$
FÉ 3.3.	Az átrakóhelyen a szeizmikus rögzítés nincs bekapcsolva, mielőtt a kazettát a szárítócsőbe emelik.	$1,2 \cdot 10^{-5}$
FÉ 3.4.	Egy kazetta szárítócsőbe emelése előtt a konténerszállító kocsí forgóasztalának szeizmikus rögzítése nincs bekapcsolva. Maximális méretezési földrengés nem következik be.	$1,3 \cdot 10^{-5}$
FÉ 3.5.	Az átrakógép az átrakóhelyen van. A konténerszállító kocsí vagy a forgóasztal szeizmikus rögzítésének oldási kísérlete folyik. Nincs szeizmikus esemény.	$7,6 \cdot 10^{-6}$
FÉ 4.1.	A vezérlőrendszer tévesen elmozdítja a konténerszállító kocsit, miután a kezelő beállította azt a kazetta kiemeléshez. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 4.2.	A konténerszállító kocsí pontatlan beállítása, ami emelés közben a kazetta beszorulásához, vagy azt megelőzően nem megfelelő megfogásához vezethet.	6,54
FÉ 5.1.	Vezérlési hiba miatt a konténerszállító kocsí megakad. A konténerhelyreállító rendszer segítségével a konténerre manuálisan visszarakják a fedelet. Nincs jel a konténerszállító kocsí hajtásának motorjához, így a helyreállítási műveletet nem lehet távirányítással végrehajtani. Minden más rendszer normálisan működik.	$4,9 \cdot 10^{-5}$
FÉ 5.2.	Ez egy nem valós eseménylánc annak biztosítására, hogy az eseményfaelemzés legalább egy egyidejű eseményt tartalmazzon.	$9,4 \cdot 10^{-7}$
FÉ 6.1.	Mielőtt a kazettamegfogót leengedik a konténerbe, a tányérszelepnek nyílnia kell. A tányérszelep vezérlési hiba miatt nem nyílik teljesen. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
FÉ 6.2.	A tányérszelep nincs teljesen nyitva, ami akadályozza a megfogó konténerbe engedését a kazetta megfogáshoz. Minden más rendszer normálisan működik.	$4,1 \cdot 10^{-4}$
FÉ 7.1.	Vezérlési hiba nem megfelelő szárítási műveletsort vagy a szárítás elmaradását eredményezi. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 7.2.	A szárítási műveletet nem megfelelően vagy egyáltalán nem hajtják végre.	8,96
FÉ 8.1.	A szárítórendszer fémszűrője meghibásodik. Amikor a kezelő észleli a hibát leállítja a szárítást.	$9,6 \cdot 10^{-3}$
FÉ 9.1.	Ez egy nem valós eseménylánc annak biztosítására, hogy az eseményfaelemzés legalább egy egyidejű eseményt tartalmazzon.	-
FÉ 9.2.	A kamratömítések meghibásodnak, nem történik kazettaszárítás. Minden más rendszer normálisan működik	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 9.3.	A kazettaszárítógép-teremben egy nitrogénpalack felrobban, átlukasztva a szárítórendszer vagy az aktív szellőzőrendszer szívóoldali csővezetékét.	$4,9 \cdot 10^{-3}$
FÉ 9.4.	A szárítórendszerben történt vezérlési meghibásodás miatt a szárítási művelet befejezését követően, az átrakógép megfogója tömítésének leeresztése nem történik meg. A megfogó emelése során a tömítés megsérül.	$8 \cdot 10^{-2}$
FÉ 9.6.	A megfogó tömítése nem ereszt le, és az átrakógép megfogója felemelt pozícióban marad.	1,63
FÉ 9.8.	Vezérlési meghibásodás miatt a megfogó tömítés nem fújódik fel a szárítás megkezdése előtt, vagy téves működés miatt leenged a szárítás során. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 9.10.	A szárítási művelet elején a megfogó tömítései nem fújódnak fel.	3,34
FÉ 9.12.	A szárítási művelet megkezdődik, a tömítések felfújódnak, de ennek ellenére nem tömítenek megfelelően.	$4,3 \cdot 10^{-1}$
FÉ 9.14.	A kazettaszárítás során a tányérszelep a szárítórendszer vezérlési hibája miatt nem zár, vagy tévesen nyit. A kazettaszárítást a reteszelés megakadályozza. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 9.16.	A kazettaszárítás kezdetén a tányérszelep nem zár.	$1,5 \cdot 10^{-1}$
FÉ 9.18.	A szárítási művelet megkezdődik, a tömítések felfújódnak, de ennek ellenére nem tömítenek megfelelően.	$1,2 \cdot 10^{-4}$

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
FÉ 10.1.	A kazetta szárítócsőbe emelése során a szárítórendszer vezérlése tévesen szárítási jelet ad ki, amelynek egyik műveleti eleme a tányérszelep zárása. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 10.2.	A kazetta emelése során a kezelő hibásan tányérszelep- zárási parancsot ad ki.	1
FÉ 11.1.	A kazetták kirakása során a fogadóépület vezérlőrendszere téves működtetés miatt nyitja a kazettakezelő helyiség ajtaját.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 11.3	A kezelő elmulasztja a kazettakezelő helyiség ajtajának zárását.	$2,2 \cdot 10^{-1}$
FÉ 12	Emelés, vagy daruval történő szállítás során egy mechanikus meghibásodás vagy kezelői hiba miatt leesik vagy feldől a konténer. Minden más rendszer normálisan működik.	$1,7 \cdot 10^{-4}$
FÉ 13	A konténer kiszállítása során nem hajtják végre a konténer sugárvédelmi ellenőrzését. Minden más rendszer normálisan működik.	$2,6 \cdot 10^{-2}$
FÉ 14.1	A szállítókonténer fedelének túlemelése a felső végálláson a fogadóépület vezérlőrendszerének meghibásodása miatt.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 14.2	A megfogófejet helytelenül, csak két csavarral rögzítik a konténer fedeléhez.	$4,9 \cdot 10^{-7}$
FÉ 15.	A konténerelőkészítő-területen felrobban egy nitrogénpalack, miközben a kazettaemelés folyamatban van.	$8,9 \cdot 10^{-6}$
FÉ 16.	A kezelő nem rögzíti a konténert a konténerszállító kocsin. Nincs egyidejű maximális méretezési földrengés.	$3 \cdot 10^{-6}$
FÉ 17.	A konténerelőkészítő-területen nem rögzítik megfelelően a konténer fedelét a konténerhez. Minden más rendszer normálisan működik.	$1,3 \cdot 10^{-3}$
FÉ 18.1	Vezérlési hiba miatt a 'B' kulcs kivehető a fogadóépület vezérlőpaneljéből. A kezelő nem kísérel meg a kulcs kivételét. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 18.2.	A kezelő nem hagyja el az előkészítőterületet, mielőtt a konténer fedelét felemelnék.	$3,9 \cdot 10^{-2}$
FÉ 18.3	A konténerszállító kocsi a fedélemelő-állomásnál van. Vezérlési hiba miatt megkezdődik a konténer fedelének felemelése, mielőtt a személyzet elhagyná a konténerelőkészítő-területet.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 18.4	A műszakvezető megkísérli kivenni a kulcsot a fogadóépületi vezérlőpanelből, mielőtt az összes kazettát kiemelték volna az átrakóhelyre.	$1,7 \cdot 10^{-2}$



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
FÉ 19.1	Kazettát emel ki az átrakógép az átrakóhelyen, és a fogadóépületi vezérlőrendszer tévesen konténerforgatási vagy kocsimozgatási parancsot ad ki.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 19.2	Kazettát emel ki az átrakógép az átrakóhelyen, és a kezelő tévesen konténerforgatási vagy kocsimozgatási parancsot ad ki. Ez az esemény figyelmen kívül hagyja, hogy ehhez előbb a forgóasztal, illetve a kocsi szeizmikus rögzítését kell oldani.	2
FÉ 20.1	Téves parancs miatt kazettaszárítás során nyit a szellőzőrendszer elszívóágának szelepe, vagy vezérlési meghibásodás miatt a szelep nem zár megfelelően. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 20.2	Az elszívóági szelep nem zár, és kazettaszárítás kezdődik. Minden más rendszer rendelkezésre áll.	$4,9 \cdot 10^{-1}$
FÉ 21.1	Egy kazetta konténerből történő kiemelése után a vízutántöltő-rendszer vezérlési hiba miatt nem működik. Minden más rendszer normálisan működik.	$5,8 \cdot 10^{-5}$
FÉ 21.2	Egy kazetta konténerből történő kiemelése után a vízutántöltő-rendszer vezérlési hiba miatt nem működik. Minden más rendszer normálisan működik.	$1 \cdot 10^{-1}$
FÉ 21.3	A kezelő elmulasztotta a konténer vízutántöltését a kazetta kiemelését követően. Minden más rendszer rendelkezésre áll.	$1,5 \cdot 10^{-7}$
FÉ 21.4	A konténer vízutántöltő-rendszere mechanikusan meghibásodik, amelyet a kezelő kamerarendszere keresztül észlel, meghibásodik a vezérlőrendszer is, amely megakadályozza a konténer forgatását mindaddig, amíg az utántöltő tartályban a vízszint le nem csökken.	1,5
FÉ 21.5	A kezelő elmulasztja a beérkező konténer vízszintbeállítását az átrakóhelynél, a kazetták kirakási műveleteinek megkezdése előtt.	$2,6 \cdot 10^{-2}$
ÁG 1.1	A kezelő elmulasztja csatlakoztatni az átrakógép irányítástechnikai csatlakozóvezetékét az átrakóhelyen. Ez vezérlési és reteszelési hibát eredményez. Az átrakógép-torony hajtása leáll, és nem lehet az átrakógépet az átrakóhelyhez csatlakoztatni.	3,2
ÁG 1.2	A kezelő elmulasztja az átrakógép irányítástechnikai kábelét csatlakoztatni az átrakóhelyen. Ez vezérlési és reteszelési hibát eredményez. Az árnyékoló záródugó-emelő hajtása reteszlődik, az átrakógép nem csatlakoztatható az átrakóhelyhez.	3,2

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
ÁG 2.1	Vezérlési hiba miatt a kazetta a szárítócsőben, vagy az átrakógépben az átrakógép és a tárolócső, vagy az átrakógép és átrakóhely között marad.	-
ÁG 2.2	Kazettaemelő-meghajtás hiba miatt a kazetta a szárítócsőben vagy az átrakógépben az átrakógép és a tárolócső, vagy az átrakógép és átrakóhely között marad.	-
ÁG 3.1A	A kezelő nem indítja el az átrakógép elszívórendszerét, vagy az elszívórendszer mechanikusan meghibásodik. Minden átrakógép-hajtás leáll, nem lehet kazettát kezelni.	$7 \cdot 10^{-2}$
ÁG 3.1C	A kezelő nem indítja el az átrakógép elszívórendszerét, vagy az elszívórendszer mechanikusan meghibásodik. Minden átrakógép-hajtás leáll, nem lehet kazettát kezelni.	$7 \cdot 10^{-2}$
ÁG 4.1	Vezérlési hiba miatt a kazettát túlemelik a felső végálláson. Az emelő leáll a felső végállásnál. A kazetta megfogott állapotban marad a felső végállásnál.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.2	Vezérlési hiba miatt a megvezető hüvely nem kerül be a csatlakozóegységbe. A kazettaemelő-hajtás reteszeliődik, a kazetta az átrakógépben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.3	Vezérlési hiba miatt az átrakógép csatlakozóegysége nem központosan helyezkedik el a tárolócső felett. Az átrakógép toronyhajtása reteszeliődik. A kazetta az átrakógépben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.4	Vezérlési hiba miatt a megfogó nem megfelelően fogja meg a kazettát. A kazettaemelő-hajtás nem működtethető. Az emelő hajtása reteszeliődik, a megfogó a kazettát az alsó határhelyzetnél tartja.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.5	Vezérlési hiba miatt az átrakógép kazettaszállító üregének beállítása nem megfelelő. A hiba akkor fordul elő, ha a vezérlési rendszer nem működteti az átrakógép toronyrögzítő csapjait. A kazettaemelő hajtása reteszeliődik, a kazetta az átrakógépben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.6.	Vezérlési hiba miatt az átrakógép kazettaszállító üregének beállítása nem megfelelő. A hiba akkor fordul elő, ha a vezérlési rendszer nem működteti az átrakógép toronyrögzítő csapjait. A kazettaemelő hajtása reteszeliődik, a kazetta az átrakógépben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.7	Vezérlési hiba miatt a kazettamegfogó nyitni kezd a kazetta konténerből vagy tárolócsőből történő kiemelése vagy leengedése közben. A megfogó hajtása reteszelt, a kazetta a megfogón marad, miközben a kazetta emelése vagy leengedése folytatódik.	$1 \cdot 10^{-1}$

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
ÁG 4.8	Vezérlési hiba miatt az átrakógép csatlakozóegysége nem központosan helyezkedik el a tárolócső vagy az átrakóhely felett. Az átrakógép toronyhajtása reteszelt, a kazetta vagy az átrakógépben, vagy a tárolócsőben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.9	A kazettaszállító-üreg nem megfelelő beállítása. Az átrakógép toronyrögzítő csapjai működésének elmaradása, amely kezelői hiba, vagy a berendezés meghibásodása miatt következhet be. A kazettaemelő reteszelt, a kazetta az átrakógépben marad.	$6,8 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.10	Az átrakógépmegvezető-hüvely illesztésének elmaradása. A meghibásodás kezelői hibából vagy a hüvelymegfogó hajtásának meghibásodásából következhet be. A kazettaemelő meghajtása reteszelt, a kazetta az átrakógépben vagy tárolócsőben/ átrakóhelyen marad.	$6,8 \cdot 10^{-1}$
ÁG 4.11	Az átrakógépcsatlakozó-egység nem megfelelő beillesztése/beállítása. A hiba a nem megfelelő kezelői beállítás, vagy a csatlakozóegység meghajtásának meghibásodása miatt következik be.	6,8
ÁG 5.1	Az emelőmotor fékrendszerének, sebességváltójának, vagy kuplungtengelyének mechanikai meghibásodása, ami a kazetta megengedettnél nagyobb sebességű leeresztését eredményezi. Az üzemzavari fék működésbe lép, a tárcsafék tartja az emelőn lévő kazettát.	$3,6 \cdot 10^{-2}$
ÁG 5.2.	Az emelőmotor meghibásodása (a sebességváltó vagy a kuplungtengely meghibásodása a meghajtóban vagy a sebességváltóban). Az üzemzavari fék működésbe lép, a tárcsafék tartja az emelőn lévő kazettát.	$3,6 \cdot 10^{-2}$
ÁG 6.	Vezérlési hiba miatt a kazettaemelő-szerkezet emelni kezdi a kazettát a szárítás befejezését megelőzően. A kazettaemelő motorja reteszelt, a kazetta a szárítócsőben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 7.1A	A kesztyűs manipulátor emelőjének meghibásodása, vagy a kezelő nem megfelelően rögzíti az emelőhöz a manipulátort.	$7,1 \cdot 10^{-2}$
ÁG 8.1A	A kesztyűs manipulátor vákuumszelepének mechanikai meghibásodása vagy a kezelő nem zárja a vákuumszelepet.	10,6
ÁG 9.1	Vezérlési hiba miatt a megfogó nem engedi el a kazettát a kazettamegfogó-fej cseréje előtt. Az átrakógép toronyhajtása reteszeli, a kazetta az átrakógépben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
ÁG 9.2	A kazettamegfogó-hajtás mechanikai meghibásodása vagy nem megfelelő működtetése, kazettamegfogó-fej cseréje előtt. Az átrakógép toronyhajtása reteszeliődik, a kazetta az átrakógépben marad.	$2,7 \cdot 10^{-2}$
ÁG 10.	Kezelői hiba a kesztyűs manipulátorral végzett műveletek során.	$6,5 \cdot 10^{-3}$
ÁG 11.1	Kezelői hiba miatt megkísérlik az átrakógép kereszt- vagy hosszirányú hajtásának működtetését, miközben az átrakógép kazettát emel vagy süllyeszt a tárolócsőnél, vagy az átrakóhelynél. A hossz- és keresztirányú hajtások reteszelvek, a kazettaemelés folytatódik.	$3,4 \cdot 10^{-1}$
ÁG 12.1A	A vezérlési hiba miatt az átrakógép-csatlakozóegység csatlakozásának elmaradása a tárolócsőnél, vagy az átrakóhelynél. Az átrakógép-torony hajtása reteszelt, a kazetta az átrakógépben, az átrakóhelynél vagy a tárolócsőben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 12.2A	A csatlakozóegység hajtásmechanikai hibája, vagy kezelői hiba, mely a csatlakozóegység kazettakezelés előtti leengedésének elmaradását eredményezi. Az átrakógép toronyhajtása reteszelt, a kazetta az átrakógépben, az átrakóhelynél vagy a tárolócsőben marad.	6,8
ÁG 13.1A	A vezérlési hiba miatt a záródugó-megfogó nyitni kezd a záródugó-megfogó emelése/süllyesztése közben az átrakóhelynél, tárolócsőnél vagy a kesztyűs manipulátornál. A záródugó-megfogó hajtása reteszelt, a záródugó a megfogón marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 13.2A	A záródugónak a tárolócsőből, az átrakóhelyről, vagy kesztyűs manipulátorból történő kiemelése vagy oda történő süllyesztése közben a kezelő megkísérli a záródugó-megfogó nyitását.	6,54
ÁG 13.3	Az árnyékoló záródugó leejtésének lehetősége, az emelőgomba helytelen rögzítése következtében, melyet az operátor végez.	$4,9 \cdot 10^{-3}$
ÁG 14.1	Vezérlési hiba miatt a záródugó-megfogó nyitásának elmaradása az átrakóhelynél vagy tárolócsőnél. Az átrakóhely hossz- és keresztirányú hajtásai reteszeltnek. Az átrakógép az adott pozícióban marad, az árnyékolódugó az átrakógépben van.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 14.2A	A záródugó-megfogó hajtásának mechanikai meghibásodása, vagy a kezelő elmulasztja a megfogó nyitását az átrakóhelynél vagy a tárolócsőnél. Az átrakógép hossz- és keresztirányú	6,84

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
	hajtásai reteszelt. Az átrakógép az adott pozícióban marad, az árnyékolódugó az átrakógépben van.	
ÁG 15.1	Vezérlési hiba miatt elmarad az átrakógép hossz- és keresztirányú hajtásainak szeizmikus rögzítése. Az árnyékolóhenger hajtása reteszelt, a műveletek nem folytathatók tovább.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 15.2	Meghajtás-meghibásodás vagy kezelői hiba miatt elmarad az átrakógép hossz- és keresztirányú szeizmikus rögzítése. Az árnyékolóhenger hajtása reteszelt, a műveletek nem folytathatók tovább.	6,83
ÁG 15.3.	Vezérlési hiba miatt az átrakógép-torony szeizmikus rögzítése nem működik. A kazettaemelő hajtása reteszelt, a kazetta az átrakógépben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 15.4.	Hajtásmeghibásodás vagy kezelői hiba miatt az átrakógép-torony szeizmikus rögzítése elmarad. A kazettaemelő hajtása reteszelt, a kazetta az átrakógépben marad.	$4 \cdot 10^{-3}$
ÁG 16.1	Vezérlési hiba miatt az árnyékolóhenger nem kerül lesüllyesztett állapotba. Az átrakógép-torony hajtása reteszelt, a kazetta teljesen árnyékolt állapotban az átrakógépben marad.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 16.2	Vezérlési hiba miatt az átrakógép felemeli az árnyékolóhengert, amikor árnyékoló záródugó van az átrakógépben. Az árnyékolóhenger hajtása reteszelt, a záródugó az átrakógépben van.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 16.3	Vezérlési hiba miatt a torony szeizmikus rögzítése nem történik meg. Az árnyékolóhenger hajtása reteszelt, miközben az árnyékolóhenger teljesen leeresztett pozícióban van.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 16.4	Vezérlési hiba miatt, nem megfelelő időben árnyékolóhenger-felemelési parancsot ad ki az átrakógép. Az átrakógép szállítóürege az átrakógépalap átvezető nyílása fölött helyezkedik el. Az árnyékolóhenger hajtása reteszelt. Az árnyékolóhenger teljesen leeresztett állapotban van, miközben az árnyékolódugó a tárolócsőben vagy az átrakóhelyen van.	$1 \cdot 10^{-1}$
ÁG 16.5A	Kezelői hiba vagy hajtásmeghibásodás miatt az árnyékolóhenger nem kerül leeresztett pozícióba. Az átrakógép-torony hajtása reteszelt, a kazetta teljesen árnyékolt pozícióban az átrakógépben marad.	6,84

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
ÁG 16.6	Kezelői hiba vagy hajtásmeghibásodás miatt elmarad a torony szeizmikus rögzítése. Az árnyékolóhenger hajtása reteszeldik, a kazetta teljesen árnyékolt állapotban az átrakógépben marad.	$4,1 \cdot 10^{-3}$
ÁG 17.1	A kezelő megkísérli az átrakógép-torony forgatását, miközben kazettaemelés/süllyesztés történik. Az átrakógép-torony hajtása reteszelt, a kazettaemelés folytatódik.	1
ÁG 18.1.	Adminisztratív hiba miatt olyan tárolócsőben próbálnak kazettát elhelyezni, amelyikben már van egy kazetta.	3,2
K 1A	Egy I. ütemes tárolócsőnél kazettaberakás vagy -kirkás folyik. Megkísérelnek egy második fedőlemezt is felemelni a kezelőkocsival, vagy a fedőlemezt ellenőrzés vagy karbantartás céljából távolítják el, és nem helyezik vissza, mielőtt az átrakógép elindul a másik kiválasztott tárolócsőhöz.	$2,8 \cdot 10^{-2}$
K 1B	Egy II. ütemes tárolócsőnél kazettaberakás vagy -kirkás folyik. Megkísérelnek egy második fedőlemezt is felemelni a kezelőkocsival, vagy a fedőlemezt ellenőrzés vagy karbantartás céljából távolítják el, és nem helyezik vissza, mielőtt az átrakógép elindul a másik kiválasztott tárolócsőhöz.	1,55
K 2A	Az I. ütemes tárolócsőbe kazettát helyeznek el. A tárolócső vákuumozása nem történik meg. Minden más művelet megfelelően végrehajtanak.	$1 \cdot 10^{-1}$
K 2B	A II. ütemes tárolócsőbe kazettát helyeznek el. A tárolócső vákuumozása nem történik meg. Minden más művelet megfelelően végrehajtanak.	1
K 3	A tárolócsőbe kazettát helyeznek el. A tárolócső nitrogénfeltöltése nem történik meg. Minden más művelet megfelelően végrehajtanak. Ebben az esetben a tárolócső addig vákuum alatt marad, míg a tárolócsövet nem csatlakoztatják a nitrogénellátó-rendszerhez. Minden más rendszer működik.	1,68
K 4.1A	A tárolócső árnyékolózáródugó szivárog, mindkét záródugó-tömítés meghibásodott.	$1,56 \cdot 10^{-2}$
K 4.1B	A tárolócső árnyékolózáródugó fémtömítése szivárog.	$3,94 \cdot 10^{-2}$
K 4.2	Az árnyékoló záródugó nagymértékű szivárgása, helytelenül felhelyezett tömítés miatt.	3,27

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

<b>Kezdeti esemény azonosítója</b>	<b>Definíció</b>	<b>Gyakoriság (1/év)</b>
K 4.3	A tárolócső árnyékolózáródugó fémtömítése szivárog. A szivárgás a monitoring-rendszer üzembevétele után következik be.	$1,7 \cdot 10^{-1}$
K 5.1A	A fedőlemez a csatlakozó csővezetékre vagy az izoláló szelepre esik.	$6 \cdot 10^{-1}$
K 5.1B	A fedőlemez a tárolócső fedelére esik vagy a csatlakozó csővezetékre.	2,98
K 6.1A	Lásd a VNVMHI-2 eseményfát (vagy a 6.1B pontot).	$9 \cdot 10^{-3}$
K 6.1B	Hűtőlevegő belépőjárat elzáródása levelek, törmelék, stb. miatt. Az elzáródás nem éri el a 95%-os értéket és 24 órán belül megszüntetik.	$2,4 \cdot 10^{-3}$
K 7	A tárolócső nyomása 1,7 bar-ra (abszolút) növekedett.	$1,1 \cdot 10^{-5}$
K 8	A nitrogénnyomás túllépi az 1,7 bar értéket a passzív tárolás során, amely a záródugó felemelkedését, a záródugó tömítéseit megkerülő nitrogénkibocsátást eredményez a betöltőcsarnokba.	$2,7 \cdot 10^{-4}$
K 9	A nitrogéntöltő-kocsi a HEPA-szűrő megkerülésével szivárog. A tárolócső-vákuumozás folyamatban van, minden más rendszer működik.	$5,1 \times 10^{-4}$
K 10	A tárolócsőben kazettát helyeztek el. A zárókupakkal lezárt visszacsapószelep szivárogni kezd. A tárolócsőből szűrt nitrogénkibocsátás történik a betöltő csarnokba.	2
K 11	A szelep tömörtelen zárása miatt szűrt gázkibocsátás történik a monitoring térközbe.	0,89

## VI. A BUDAPESTI KUTATÓREAKTOR KIINDULÓ ESEMÉNYEI

A táblázatokban használt rövidítések:

AOO	várható üzemi események
EE (External Events)	külső események
FI (Fuel Incident)	fűtőelem-kezelési és fűtőelem-tárolási üzemzavarok
LOCA (Loss of Coolant Accident)	zónahűtés csökkenése hűtőközegvesztés miatt
LOFA (Loss Of Flow Accident)	zónahűtés csökkenése hűtőközeg-forgalom kiesése miatt
LOFW (Loss Of Feed Water)	szekunderkörüi üzemzavarok
LOOP	kétoldali hálózati betáplálás kiesése
PA	tervezési üzemzavarok
RI (Reactivity Insertion)	szándékolatlan reaktivitásbevitel
SA	súlyos balesetek

### 28. TÁBLÁZAT: A BUDAPESTI KUTATÓREAKTOR KEZDETIESEMÉNY- LISTÁJA

Sorszám	Esemény	Szimbólum	Gyakoriság [ 5 ] 1/kampány	Kategó- ria
1.01	Hűtőközeg-forgalom csökkenése a primerkörben egy keringtetőág kiesése miatt Ok: Szelepek téves zárása	LOFA-1	$1,69 \cdot 10^{-3}$	AOO
1.02	Teljes hűtőközeg-forgalom kiesése a primerkörben Ok: összes primerkörüi szivattyú kiesése (CE-sínszakasz hibája)	LOFA-2	$4,5 \cdot 10^{-5}$	PA
1.03	Teljes hűtőközeg-forgalom kiesése a primerkörben Ok: Nyomóági szakaszolószelepek téves zárása	LOFA-3	$1 \cdot 10^{-4}$	PA
1.04	Teljes hűtőközeg-forgalom kiesése a primerkörben Ok: Szívóági szakaszolószelepek téves zárása	LOFA-4	$1 \cdot 10^{-4}$	PA



**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Sorszám	Esemény	Szimbólum	Gyakoriság [ 5 ] 1/kampány	Kategória
1.05	Forgalomcsökkenés a primerkörben kimenő és bemenő ágak közt fellépő bypass miatt Ok: Átrakásnál egy hármass köteg helye üresen marad	LOFA-5		PA
1.06	Hűtőcsatorna dugulása Ok: 1 db egyes köteg elzáródása idegen tárgy által	LOFA-6		PA
2.01	Hűtőközeg-forgalom csökkenése a szekunderkörben egy keringtetőág kiesése miatt Ok: Szelep- vagy szivattyúhiba, csőrepedés	LOFW-1	$1,6 \cdot 10^{-2}$	AOO
2.02	A szekunderkör teljes kiesése Ok: Szelephiba vagy téves kezelés (nyitás vagy zárás)	LOFW-2	$3,6 \cdot 10^{-5}$	PA
3.01	Ellenőrizetlen reaktivitásbevitel indításkor Ok: Indítás a jódgödör felmenő ágában ("kifiatalodás")	RI-1		AOO
3.02	Hidegvíz-betörés Ok: Automatikus utántöltő-rendszer 10°C-os vizet táplál a reaktortartályba csőkeresztmetszet: NA 50	RI-2		AOO
3.03	Szabályozórudak hirtelen felhúzása Ok: Vonókötel megrántása tartályfedél mozgatása alatt, a kirántás ideje: 2 s	RI-3		PA
3.04	Ellenőrizetlen reaktivitásbevitel átrakáskor Ok: Kezelői tévedés, hármass fűtőköteg került egy hármass neutroncsapda helyére, bevitt reaktivitás: 2 \$, a bevitel ideje: 1 s	RI-4		PA
3.06	Besugárzott anyag kivétele az aktív zónából	RI-6		AOO

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Sorszám	Esemény	Szimbólum	Gyakoriság [ 5 ] 1/kampány	Kategó- ria
	Ok: Kezelői tévedés, értékesség: 1 \$, kivétel ideje: 1 s			
3.07	Egy rúd kihúzása megnövelt (kb. ötszörös) sebességgel Ok: K1 rúd lefelé mozgásakor nem áll le alsó végállásban. Végálláson áthaladva átmegy felfelé mozgásba.	RI-7		PA
3.08	Kompenzálórudak aszimmetrikus üzemeltetése okozta teljesítményeloszlási anomáliák Ok: Kezelői tévedés	RI-8		PA
3.09	Egyetlen szabályozó rúd szándék nélküli kihúzása (a bevihető reaktivitás felső határát az irányítórendszer 15 centben limitálja.). Ok: kezelői tévedés	RI-9		AOO
4.01	Repedés a reaktortartályon vagy az NA 400-as vezetékeken az aknán belül. Méret: 150 x 3 mm rombusz	LOCA-1	$1,13 \cdot 10^{-5}$	PA
4.02	NA 400 vezetékek repedése az aknán kívül Méret: 150 x 3 mm rombusz	LOCA-2	$8 \cdot 10^{-8}$	PA
4.03	NA 400 vezetékek repedése a nem kiszakaszolható szakaszon. Méret: 150 x 3 mm rombusz	LOCA-3	$7,24 \cdot 10^{-6}$	PA
4.04	NA 40 ürítővezeték teljes keresztmetszetű folyása a kiszakaszolható szakaszon.	LOCA-4	$3,2 \cdot 10^{-6}$	PA
4.05	Repedés a reaktortartályon vagy az NA 400-as vezetékeken az aknán belül, álló reaktoron Méret: 150 x 3 mm rombusz	LOCA-5		PA
4.06	NA 400 vezetékek repedése az aknán kívül, álló reaktoron. Méret: 150 x 3 mm rombusz	LOCA-6		PA

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

Sorszám	Esemény	Szimbólum	Gyakoriság [ 5 ] 1/kampány	Kategó- ria
4.07	NA 400 vezetékek repedése a nem kiszakaszolható szakaszon, álló reaktoron Méret: 150 x 3 mm rombusz	LOCA-7		PA
4.08	NA 40 ürítő vezeték teljes keresztmetszetű folyása a kiszakaszolható szakaszon, álló reaktoron	LOCA-8		PA
5.01	Fűtőköteg-lyukadás üzem alatt Ok: Tokozás gyártási hibája	FI-1		NO
6.01	Földrengés Elmozdulások, gyorsulások hatása a zónahűtésre, BV-rendszer működésére	EE-1		
6.02	Árvíz Ok: Csőtörés	EE-2		
6.03	Árvíz Ok: Felhőszakadás (Vízbetörés földémsérülésen át, vagy egyéb úton)	EE-3		
6.04	Kábeltűz Hatása zónahűtésre, BV-rendszer működésére	EE-4		
6.05	Repülőgép becsapódása	EE-5		
6.06	Mindkét oldali hálózati betáplálás kiesése	LOOP	3,0.10 <sup>-3</sup>	AOO
6.07	Emberi mulasztások			

**29. TÁBLÁZAT: A BUDAPESTI KUTATÓREAKTOR SÚLYOS BALESETEINEK KEZDETIESEMÉNY-LISTÁJA**

Sorszám	Esemény	Szimbólum
7.01	Az összes szabályozórúd egyidejű kirántása a zónából	SA-1
7.02	Az aktív zóna leszakadása	SA-2
7.03	A szivattyúág pillanatszerű törése	SA-3
7.04	Az NA 400 vezetékek pillanatszerű törése	SA-4
7.05	A reaktortartály pillanatszerű törése	SA-5
7.06	Tervezésen túli földrengés	SA-6
7.07	Tervezésen túli repülőgép-bechapódás	SA-7

## VII. A BME NTI OKTATÓREAKTOR KIINDULÓ ESEMÉNYEI

A táblázat használatával kapcsolatosan a következők állapíthatók meg:

- A kiinduló események listája nagy valószínűséggel nem teljes.
- Bekövetkezési valószínűségi értékeket a jelenleg rendelkezésre álló dokumentumok alapján nem lehet megállapítani.

### **30. TÁBLÁZAT:** A BME NTI OKTATÓREAKTOR KEZDETIESEMÉNY-LISTÁJA

<b>Várható események</b>	<b>Gyakoriság [1/év]</b>
Villamos betáplálás kimaradása	
Reaktivitás-baleset	
Hűtőközeg-áramlás elvesztése (Loss Of Flow Accident, LOFA)	
Hűtőközegvesztés (LOCA)	
Berendezés meghibásodása vagy téves kezelése	
Külső hatások	
Emberi mulasztások	

## VIII. A BIZTONSÁGI RENDSZER (MŰSZAKI GÁT) FUNKCIÓKÉPESSÉGE

Az INES-kézikönyv 5.1.3 fejezet **9.táblázat**ának és az 5.1.4. fejezet **10. táblázat**ának használata során a leggyakoribb probléma a biztonsági funkció egyes helyzetekben való rendelkezésre állásának eldöntésében jelentkezik.

A fenti nehézség könnyebb kezelése érdekében készült a jelen anyag, amely a biztonsági szempontból fontosabb funkciók ellátása alapján vizsgálja a különböző helyzeteket, és ennek megfelelően nyújt segítséget a minősítés végrehajtásához.

Egy biztonsági rendszer akkor tudja ellátni a tervezett funkcióját, ha minden elsődleges rendszereleme a tervezettnek megfelelő állapotban van. Amennyiben az elsődleges rendszerelemei közül bármelyiknek a tervezettől eltérő állapota állapítható meg, úgy a rendszer nem teljes értékű, funkcióját nem tudja 100 %-ban teljesíteni. Ez esetben a vonatkozó táblázatban legfeljebb a B sort választhatjuk a minősítéskor, kivéve, ha az ÜFK az esemény bekövetkezésekor fennálló üzemállapotban az eseménnyel érintett rendszer rendelkezésre állását nem írja elő. (hasonló megközelítés – értelemszerűen – alkalmazható a radioaktív anyagokkal kapcsolatos eseményeknél a műszaki gátak tekintetében) Ez a megközelítés konzervatív. Azonban a gyakorlat azt mutatja, hogy a rendszerelem rendelkezésre állása, funkcióképessége majdnem minden minősítés során alapvető kérdéssé válik, és a teljes funkcióvesztés bármely rendszerelemnél ritka, inkább olyan meghibásodások lépnek fel, amelyek esetén a részleges funkcióképesség feltételezhető.

Amennyiben egy biztonsági rendszer teljes mértékben üzemképtelen (pl. DG-hiba miatt) már csak a táblázat B pontja jöhet számításba a legkedvezőbb esetben is. Akkor, ha az ÜFK által előírt beavatkozásokat (pl. próbákat) végrehajtották, a táblázat B sora lehet a mérvadó. Amennyiben 2 biztonsági rendszer vagy azonos funkciót biztosító 2 redundáns eleme hibásodik meg, és csak egy rendszer áll rendelkezésre, akkor a „C” sort veszik figyelembe. Ugyancsak a C sort kell alkalmazni akkor, ha a B sorban előírt intézkedéseket leszabályozott módon és időben nem hajtották végre. Abban az esetben, ha a 3. biztonsági rendszerből egy sem funkcióképes, és nincs hasonló funkciót biztosító működőképes más rendszer, akkor a D sor a mérvadó.

## IX. DEFINÍCIÓK

A NAÜ kiadványaiban és az NBSZ 10. kötetében nem definiált kifejezéseket értelmezzük. Számos esetben a kézikönyvben részletesebb magyarázat található. A címszavak mellett szerepelnek a NAÜ INES-kézikönyvben használt angol nyelvű kifejezések.

**berendezés üzemképessége** /operability of equipment/: Egy berendezés akkor tekinthető üzemképesnek, amennyiben az elvárt funkcióját az elvárt szinten képes végrehajtani.

**biztonsági gátak** /safety layers/: Passzív rendszerek, automatikusan vagy kézi működtetéssel indított biztonsági rendszerek, illetve adminisztratív szabályozások, melyek az előírt biztonsági funkciók elérését biztosítják. A biztonsági gátak olyan biztonságvédelmi eszközök, amelyek nem bonthatók tovább redundáns részekre.

**biztonsági funkció üzemképessége** /operability of a safety function/: Egy biztonsági funkció üzemképessége lehet „Teljes”, „ÜFK-n belül”, „Megfelelő” és „Nem megfelelő”, az egyes redundáns és diverz biztonsági rendszerek és rendszerelemek üzemképességétől függően.

**biztonsági vonzatú** /safety relevance/: Nukleáris vagy sugárbiztonságot érintő.

**biztonságvédelmi eszközök, biztonságot szavatoló megoldások** /safety provisions/: Belső szabályozásrendek, adminisztratív eszközök, redundáns passzív vagy aktív rendszerek, amelyek rendelkezésre állását az ÜFK szabályozza.

**ellenőrzött terület:** Olyan terület, amelyre az ionizáló sugárzás elleni védelme vagy radioaktív szennyezés terjedésének megakadályozása érdekében különleges szabályok vonatkoznak, és ahová a bejutás korlátozva van. Az **ellenőrzött terület** fogalmát elsősorban radiológiai munkahelyeken értelmezzük (lásd az **üzemi terület** definícióját alább).

**elszennyeződésre nem tervezett területek** /areas not expected by design/: Olyan, állandó vagy ideiglenes szerkezeteket tartalmazó területek, amelyek tervezési alapja nem tartalmazza, hogy egy üzemzavar következtében a területre jutó radioaktív szennyeződést vagy megnövekedett sugárzási szintet visszatartsa, illetve a szétterjedését megakadályozza. Ilyen területek kontaminációjára példa:

- a) Radioaktív kontamináció az ellenőrzött zónán kívül, ahol normális esetben nincs jelen aktivitás, pl. folyosók, lépcsőházak, segédépületek, tárolóhelyiségek, stb.

**Az INES minősítés elvégzésének módszertana nukleáris és radiológiai események esetén**

---

- b) Olyan területek elszennyezése plutóniummal vagy nagy aktivitású bomlástermékekkel, amelyeket csak urán feldolgozására terveztek és szereltek fel.

**kibocsátás – kibocsátott aktivitás:** Az a radioaktív anyagmennyiség, amely egy esemény során egy létesítményből a környezetbe kikerül. Mértékegysége: Bq.

**küldeménydarab /package/:** A csomagolási művelet végterméke, amely magában foglalja a csomagolást /packaging/ és annak (radioaktív) tartalmát /content/ is. Több fajta küldeménydarab is létezik, ezek részletesen megtalálhatóak a 20/1979. (IX. 18.) KPM-rendeletben, amely a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás „A” és „B” mellékletének kihirdetéséről és belföldi alkalmazásáról szól.

Részletes feltételek és követelmények az egyes küldeménydarabok tekintetében a Szállítási feltételekben található [6].

**LET /Linear Energy Transfer/:** Az egységnyi úthosszon leadott energia. Mértékegysége: keV/ $\mu\text{m}$ .

**műszaki üzemeltetési szabályzat (MÜSZ) /authorized operating regime/:** Lásd üzemeltetési feltételek és korlátok (ÜFK).

**nagy megbízhatóságú (integritású) biztonsági gát /high integrity safety layer/:** Az alábbi jellemzőkkel rendelkezik:

- a) A biztonsági gát tervezés szerint ellenáll minden tervezési üzemzavari eseménynek, és a nukleáris létesítmény biztonsági megalapozásában explicite vagy implicite különösen nagy megbízhatóságúként vagy integritásúként szerepel.
- b) Olyan alkalmas megfigyeléssel vagy felügyelettel biztosított a biztonsági gát integritása, hogy bármilyen mértékű integrációcsökkenés azonosítható legyen.
- c) A gát bármilyen mértékű degradációjának esetére egyértelmű kezelési utasítások és javítóintézkedések állnak rendelkezésre, akár előre elkészített forgatókönyvek formájában, akár azáltal, hogy a hiba elhárítására vagy enyhítésére megfelelően hosszú idő áll rendelkezésre.

**radiológiai ekvivalencia /radiological equivalence/:** Az a kibocsátott radionuklid-mennyiség, ami telephelyi vagy telephelyen kívüli hatását tekintve ugyanakkora lekötött effektív dózist eredményez, mint az I-131 vagy Ru-106 izotópok referenciamennyiségei, az **I. függelékben** ismertetett számítási modell alapján.



**RBE /Relative Biological Effectiveness/:** Relatív biológiai hatékonyság, amely az azonos körülmények között, azonos biológiai károsodást előidéző referencia-fotonsugárzás és a vizsgált sugárzás elnyelt dózisének a hányadosa. Értéke a sugárzás típusától, a besugárzott szervtől és az előidézett károsodás jellegétől függően változik.

**sugárvédelmi gát /radiological barrier/:** A létesítmény olyan speciálisan megtervezett és kialakított része vagy műszaki jellemzője, amely az ionizáló sugárzás gyengítése és a radioaktív szennyeződés visszatartása révén arra szolgál, hogy a létesítményben dolgozó vagy annak környezetében tartózkodó személyeket a radioaktív sugárzás nem tervezett mértékű biológiai hatásaitól megvédje.

**üzemeltetési feltételek és korlátok (ÜFK) /operational limits and conditions (OL&C)/:** Engedélyezett nukleáris létesítmény biztonságos üzemeltetése érdekében elemzésekkel és mérésekkel alátámasztott paraméterkorlátok, a rendszerekre, rendszerelemekre, a munkavállalókra megállapított funkcionális képességek és teljesítményszintek, valamint egyéb, a nukleáris létesítmény biztonságos üzemeltetése érdekében megállapított szabályok gyűjteménye, amelyeket írott dokumentumba foglalnak. Az útmutató szövegében a MÜSZ és az ÜFK megnevezéseket a rendelkezésre álló dokumentumok szerint használják (attól függően, hogy az adott létesítmény MÜSZ-szel, vagy ÜFK-val rendelkezik), akkor is, ha ez külön nincs feltüntetve.

**üzemi terület /operating area/:** Ahol az üzemeltető személyzet engedélyezetten tartózkodhat. Nem tartoznak ide az olyan területek, ahol radioaktív szennyeződés vagy a sugárzási szint mértéke miatt speciális felügyelet szükséges. Az **üzemi terület** radiológiai munkahelyeken megfelel az **ellenőrzött terület** (lásd feljebb a definíciót) fogalmának.

## X. ESEMÉNYMINŐSÍTÉSI FORMALAP

## Nemzetközi Nukleáris Esemény Skála

AZ ESEMÉNY MEGNEVEZÉSE										AZ ESEMÉNY IDŐPONTJA (év-hónap-nap óra-perc)		
MINŐSÍTÉS		MINŐSÍTÉS DÁTUMA (év-hónap-nap)	SZINT							Az esemény jellege*		
ELŐZETES <input type="checkbox"/>			SKÁLÁN KIVÜL	SKÁLA ALATT/ 0 SZINT	ESEMÉNY			BALESET				
VÉGLEGES <input type="checkbox"/>		XXXX-yy-zz			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AZ ESEMÉNY HELYE/ LÉTESÍTMÉNY NEVE			ORSZÁG							Radioaktív hulladékot kezelő létesítmény <input type="checkbox"/>	Sugárforrás <input type="checkbox"/>	
										Besugárzó/részecske gyorsító létesítmény <input type="checkbox"/>	Szállítás <input type="checkbox"/>	
										Üzemanyag gyártás <input type="checkbox"/>	Reprocesszáló létesítmény <input type="checkbox"/>	
										Kutató létesítmény <input type="checkbox"/>	Bányászat/Órlés <input type="checkbox"/>	
										Dúsító létesítmény <input type="checkbox"/>	Radioizotóp feldolgozó vagy kezelő létesítmény <input type="checkbox"/>	
											Egyéb <input type="checkbox"/>	
<b>Emberekre és a környezetre vonatkozó hatás</b> Hatósági korlátot meghaladó kibocsátás? A lakosság egy vagy több tagjának a hatósági korlátot meghaladó sugárterhelése? Egy vagy több dolgozónak a hatósági korlátot meghaladó sugárterhelése?										Igen <input type="checkbox"/>	Nem <input type="checkbox"/>	
<b>Létesítményi mérnöki gátakra és a sugárvédelmi korlátokra vonatkozó hatás</b> Radioaktív szennyeződés elterjedése létesítményen belül? A radiológiai korlátok sérülése (üzemanyag sérülést is beleértve) egy létesítményben?										<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Mélységi védelem romlása?</b>										<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Egyéb információ</b> Fizikai sérülés vagy halálos áldozat? A probléma továbbra is fennáll?										<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Sajtóközlemény került-e kiadásra?</b> (ha igen, szíveskedjen mellékelni, akkor is, ha nem angol nyelvű)										<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Az esemény leírása:</b> (Ha az eseményben sugárforrás is érintett volt, adja meg az izotóp fajtáját, aktivitását és a NAÜ kategorizálását is)												
<b>A minősítés indoklása és esetleges nehézségek azonosítása</b> (A minősítés kapcsán az INES kézikönyv kiadását és megfelelő passzusát itt hivatkozza meg, amely alapján a minősítés megtörtént)												
<b>Van-e csatolva egyéb dokumentum?</b> Igen <input type="checkbox"/> Nem <input type="checkbox"/>												
ÉRTKELÉST VÉGEZTE (NÉV/ALÁÍRÁS)			ELLENŐRIZTE (NÉV/ALÁÍRÁS)					JÓVÁHAGYTA (NÉV/ALÁÍRÁS; az OAH tölti ki!)				
								(Az aktuális KÜGY neve nyomtatott betűkkel)				
<b>További információt szolgált</b>												
Név:						Cím:						
Telefon:				Fax:				E-mail:				

\* Csak azt az egy mezőt kell bejelölni, amely az esemény alaptermészetét jellemzi.