

IX. Évfolyam 3. szám - 2014. szeptember

Kátai-Urbán Lajos - Kiss Béla
katai.lajos@uni-nke.hu - kiss.bela1979@freemail.hu

NUKLEÁRIS ERŐMŰVEK, MINT VESZÉLYES TECHNOLÓGIA ÉS AZ ORSZÁGOS NUKLEÁRIS BALESETELHÁRÍTÁSI RENDSZER

Absztrakt

Napjainkban a katasztrófavédelem területén dolgozó szakembereknek számos természeti és civilizációs katasztrófával kell tudniuk felvenni a harcot, ismerni az ellenük történő védekezés módszereit, feladatait és a védekezéshez felhasználható eszközrendszereket. Jelenlegi ismereteink szerint a nukleáris katasztrófa az egyik legsúlyosabb következményekkel járó civilizációs katasztrófák egyike, amelynek bekövetkezése esetén jelentős természeti és civilizációs károkkal lehet számolnunk. Cikkünkben a nukleáris energiatermelést és a vele járó veszélyforrásokat mutatjuk be. Ismertetjük az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer feladatát és felépítését.

Today, working in the field of disaster management professionals need to know to fight a number of natural and man-made disaster, recognized methods of protection against them, tasks and means of defence systems used. According to our knowledge the occurrence of a nuclear disaster can cause major natural and man-made damage to the environment. In our article we will introduce generally the nuclear power generations and the dangers associated with it. We will present the function and structure of National Emergency Preparedness System.

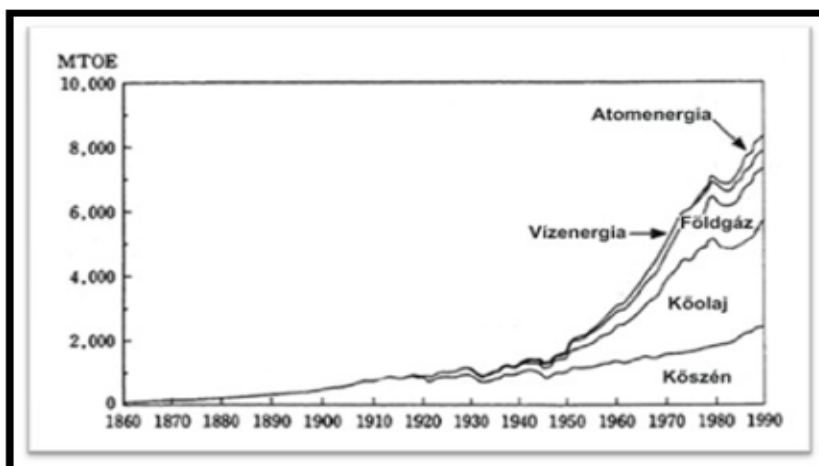
Kulcsszavak: *nukleáris energia, atomerőmű, iparbiztonság, nukleáris baleset-elhárítás, légi sugárfelderítés ~ nuclear energy, nuclear power plant, industrial safety, nuclear accident preparedness, aircraft reconnaissance jet*

BEVEZETÉS

Cikkünk első részében a nukleáris energiatermelés előnyeit, hátrányait, mint veszélyes technológiát és eddig megtörtént nukleáris balesetek tanulságait szeretnénk bemutatni és elemezni.

Az egyik legáltalánosabb tény, hogy az ember szerves része a természetnek, ezáltal nem tud kibújni és mentesülni annak törvényei alól. Adottságainak köszönhetően viszont a környezetét jelentős mértékben képes befolyásolni és jóval nagyobb léptékben képes rá hatni. A történelem során az emberiség célja a megalkotott vívmányokkal és általa folytatott tevékenységekkel mindig is a jobb megélhetés és a nagyobb mértékű túlélés volt. Azonban ha nem megfelelő módon használják ki e vívmányok által nyújtotta lehetőségeket, a felelőtlen magatartás akár az emberiség jövőjét is veszélybe sodorhatja. A közös érdekünk tehát azt diktálja, hogy felismert törvényszerűségeket figyelembe véve, használjuk ki és éljünk a lehetőségeinkkel.

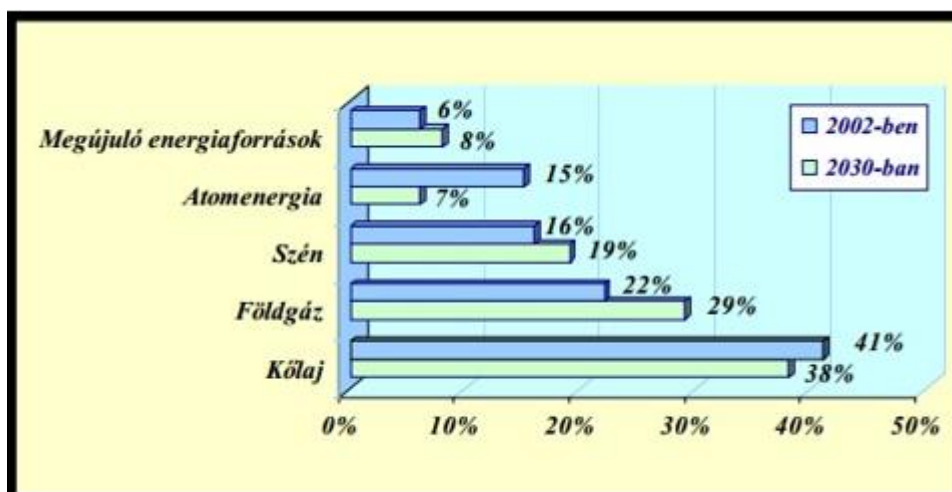
Az energia az emberiség létfenntartásához szükséges, hiszen ez által képes biztosítani az életfolyamatait. Ezen energia kinyerhető a napsugárzásból, vagy más élőlények által felépített anyagok lebontásából. Az emberiség történelmét áttekintve elmondhatjuk, hogy az ipari forradalom bekövetkezéséig az emberi tevékenységek hatása viszonylag kis területekre koncentráldott, és e tevékenységek hatásai visszafordíthatóak voltak és nem befolyásolták a globális természeti folyamatokat.



1. ábra. A világ primer energiaigényének alakulása 1860-1990 között millió tonna kőolajra vonatkoztatva. [1]

Az 1. ábrán látható módon az ipari forradalom és az iparosodás megindulásával azonban mindez gyökeresen és visszafordíthatatlanul megváltozott. Az ipari forradalom hatására a világ motorja és mozgatórugója a gazdaság lett és soha nem látott léptékekben indult meg a technológiai és társadalmi fejlődés. Ezzel párhuzamosan a gazdaság egyre inkább energia központúvá vált és a fejlődés fenntartásához több energia előállítására volt szükség. A következő robbanás az energiafelhasználásban a II. világháborút követő időszakban következett be, amikor is a tudományos és technikai fejlődés vívmányait kezdték alkalmazni a gazdaságban, és a mindennapi életben, ezáltal egyre inkább elérhetővé vált a hétköznapi ember számára.

Az energiafelhasználás rohamos növekedése olyan új energiatermelő technológiák kifejlesztését tette szükségessé, mint a nukleáris energia felhasználása. A nukleáris energiatermelést elsősorban az elektromos áram termelésére kezdték használni és műszaki-gazdasági okokból elsősorban alaperóműként működtetni. Ezt követően az elmúlt 50 évben az atomenergetika jelentős fejlődésen ment keresztül. A haladást elsősorban az energetika általános fejlődése, az energetikával szemben támasztott gazdasági, környezetvédelmi és egyéb követelmények tették lehetővé. A jelenlegi gazdasági és társadalmi berendezkedésünk nem teszi lehetővé, hogy nélkülözze a koncentrált energiatermelést. Úgy tűnik, hogy a hivatkozott problémát a 2. ábrán látható módon a megújuló energiaforrásoknak és az atomenergiának együtt kell megoldaniuk.



2. ábra. Energiahordozók megoszlásának várható aránya az EU-ban. [2]

Ehhez azonban az atomenergetikának néhány kulcskérdést a lakosság és a politika számára is meggyőző módon meg kell oldania. Hatalmas különbségek mutatkoznak azonban az egy főre jutó energiatermelésben. A gazdaságilag fejlett és fejlődő országok átlagos állampolgárai között csaknem 60-szoros is lehet az eltérés. Napjaink egyik legfontosabb kérdése az, hogy képesek leszünk-e kielégíteni a rohamosan növekedő energiafelhasználási igényt, milyen energiatermelő technológiákat fogunk előnyben részesíteni.

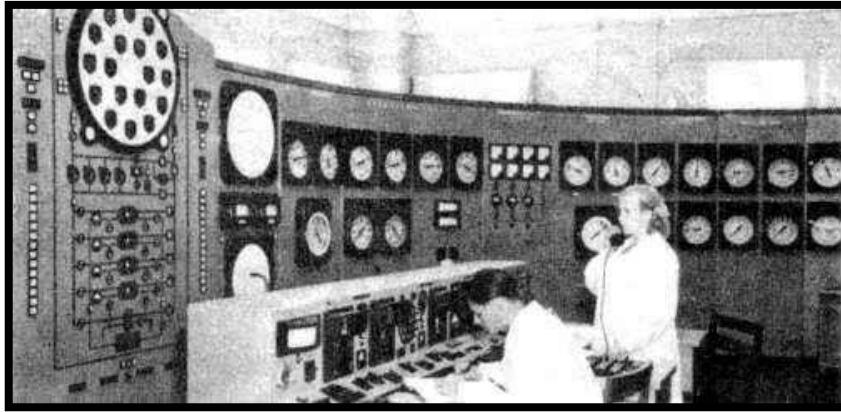
A nukleáris energiatermelés nyújtotta lehetőségeket sokan veszélyesnek tartják, dolgozatunkban arra a kérdésre keressük a választ valóban veszélyesnek mondható-e, ez a fajta energiatermelési technológia? Számba vesszük az előnyeit, hátrányait, és az eddig előforduló nukleáris baleseteket. Végezetül a megismert tények alapján megpróbáljuk levonni a megfelelő konklúziókat azzal kapcsolatban, hogy lehet-e a nukleáris energiatermelés a jövőnk vezető energiatermelő technológiája?

NUKLEÁRIS ENERGIATERMELÉS, MINT VESZÉLYES TECHNOLÓGIA

A nukleáris energiatermelés története az első generációs atomerőművek megjelenésével kezdődött el az 1950-60-as években. Az 1. fényképen látható atomerőmű 1954. június 27-én kezdett el üzemelni a Moszkvától mintegy 100 km-re fekvő Obnyinszk városában, amely 10 éven át a Szovjetunió egyetlen atomerőműve volt és közel 48 év szolgálat után 2002-ben zárták be végleg.

Ezt követően a világon párhuzamosan jelentek meg és terjedtek el az Egyesült Államokban, a Szovjetunióban, az Egyesült Királyságban és Franciaországban. Ezek az erőművek a maguk idejében hatalmas szolgálatot tettek, de mára elavulttá váltak és jórészüket üzemén kívül helyezték, vagy felváltották őket a második generációs atomerőművek, amelyek a mai üzemelő erőművek 80-90 % adják. A második generáció kifejlesztésében elsősorban biztonsági és környezetvédelmi szempontok játszottak döntő szerepet. A fejlesztéseknek köszönhetően ezek az erőművek biztonságosabbá, gazdaságosabbá és üzembiztosabbá váltak.

A hazánkban üzemelő és a 2. fényképen látható Paksi Atomerőmű szintén a második generációs atomerőművek családjába tartozik. A Csernobili atomerőmű balesetének következtében (amely szintén a második generációs erőművekhez tartozott) a kutatókat a nukleáris energiatermelés koncepciójának teljes mértékű újragondolására kötelezte.



1. fénykép. 56 éve adták át a világ első atomerőművét a Szovjetunióban. [3]

Ezen koncepciók és továbbfejlesztések következményeképpen a 90-es évek elejére megszületett a harmadikgenerációs vagy evolúciós atomerőműveknek is nevezett generációs család az atomerőművek történetében. A tervezés során elsősorban a belső biztonság teljesebbé tételére, a passzív rendszerek arányának növelésére törekedtek a tervező mérnökök. Fontos szempont volt szintén az erőmű élettartamának meghosszabbítása (amely 60 évre növekedett) és a zóna-olvadási balesetek kockázatának és valószínűségének a csökkentése.

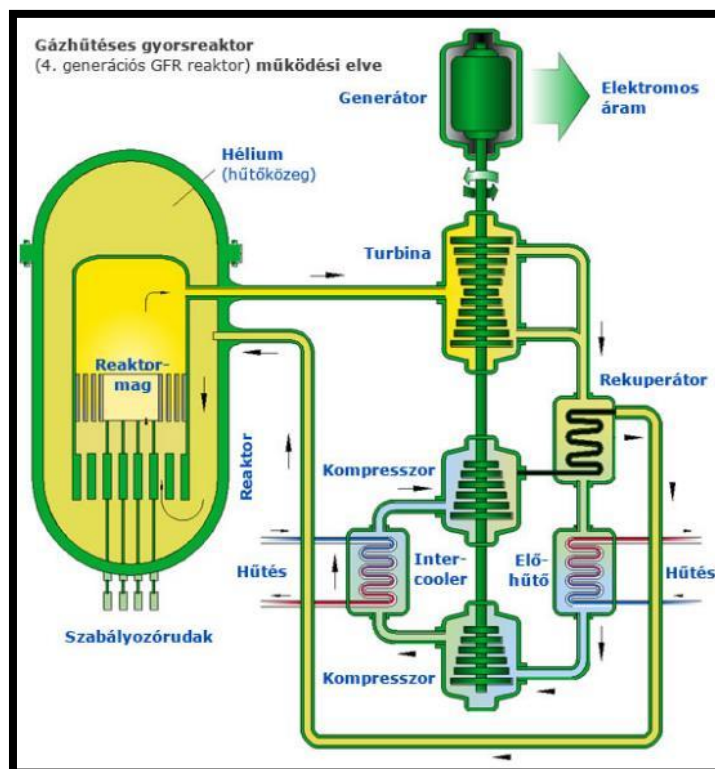


2. fénykép. Két reaktor egy csarnokban, a háttérben a kiégett üzemanyagot szállító konténerek. [4]

Napjainkban tervezés alatt van a 2. ábrán látható elven működő atomerőművek negyedik generációja, amely annyiban fog különbözni a harmadik generációtól, hogy itt nem egy továbbfejlesztésről van szó, hanem teljesen új megoldásokat alkalmaznak és új biztonságtechnikai célokat kívánnak kielégíteni.

A negyedik generációs atomerőművek üzembe helyezésével megoldódhat az energiatermelés melléktermékeként keletkező nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezése is. A tervezés viszonylagosan magas költségigénye miatt nemzetközi kereteken belül zajlik több ország részvételével. Becslések szerint az első negyedik generációs atomerőmű üzembe helyezésére 2030-ban kerülhet sor.

Az energiatermelésben jelentős szerepet játszanak globális viszonylatban is az atomerőművek, az általuk termelt áram a világ energiatermelésének 16 %-át teszik ki és közel egy milliárd emberhez jut el. Igaz hogy ez az arány az elmúlt évtizedben nem változott, de a globális klímaváltozás következtében bekövetkező kockázatok ismét előtérbe helyezték az biztonságos energia ellátást. Ennek következtében újabb nukleáris beruházások indultak meg. A NAÜ 2005 adatai alapján elmondható, hogy a világon jelenleg 442 üzemelő atomerőmű van, amelyek beépített kapacitása 368 611 GW. Ezen kívül a világ 56 országában mintegy 284 kutatóreaktor üzemel.



3. ábra. Gázhűtéses gyorsreaktor működési elve. [5]

A NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK BIZTONSÁGA ÉS MEGBÍZHATÓSÁGA

A nukleáris energiatermelés talán egyik legfontosabb kérdése a nukleáris berendezések, köztük az atomerőművek biztonsága és megbízhatósága. E tekintetben már a második generációs atomerőművek is nagyon jók, a harmadik generációsok pedig még jobbak, ennek ellenére a biztonság és a megbízhatóság további folyamatos javítása a jövő nukleáris berendezések kifejlesztésének alapvető prioritása. Ez egyben az atomenergia lakossági elfogadtatását is megkönnyíti.

Az atomreaktorokra vonatkozó alapvető funkciók reaktivitás szabályozás, hő eltávolítás az aktív zónából, radioaktív anyagok kikerülésének korlátozása és sugárvédelem. Annak érdekében, hogy az innovatív nukleáris rendszerek így az atomreaktorok is teljesítsék ezeket a funkciókat, különböző alapelveket, illetve követelményeket kell kielégíteniük.

A megfelelő biztonság és üzembiztosság megteremtése során figyelembe kell venni, hogy annak új kihívásoknak (magasabb hőmérséklet, nagyobb üzemanyag-kiégetés, nagyobb besugárzások stb.) kell megfelelnie. Ez nem csak technikai feladatot, hanem a magas színvonalú üzemeltetés humán feltételeinek magas szinten tartását is jelenti mind a normál üzemeltetés, mind a balesetkezelés területén.[6]

Az atomerőművek biztonsági kérdése azonban nem csak a mérnökök dolga. A csernobili katasztrófához hasonló következmény elkerülése érdekében nemzetközi erőfeszítések születtek elsősorban a megerősített nemzetközi atombiztonsági szabályozás keretein belül. A szektor kockázatainak csökkentését szolgálja az államközi szerződések megkötése, globálisan elfogadott biztonsági szabványok és intézkedések kidolgozása és bevezetése, valamint a fentieket ellenőrző, kiterjedt felügyeleti és tájékoztatási rendszerek létrehozása.



3. fénykép. A csernobili szarkofág napjainkban. [7]

A nukleáris energiatermelés jövőjét érintő kérésre számos válasz látott napvilágot. Vannak, akik a megújuló energiaforrásokban, míg mások pedig az atomenergiában látják az energiatermelés jövőjét és olyanok is akadnak, akik egy teljesen új energiatermelési technológiában reménykednek. Az azonban biztos, hogy a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) becslései szerint 2030-ig közel megduplázódhat a világ nukleáris energiatermelése, de a nukleáris energia részaránya a globális energiatermelésben ennek ellenére csökken. Az IAEA elemzői szerint a nukleáris energiatermelés előretörése leginkább a Távols-Keleten és Dél-Ázsiában figyelhető majd meg, elsősorban az óriási fejlődési ütemet produkáló, és ezért rendkívül energiaéhes Kínában és Indiában. [8]

A jelenleg a világon épülő 31 atomerőműből 16 fejlődő országokban létesül, főként Kínában és Indiában. Az IAEA két forgatókönyvet vázol: az egyik szerint csak a már építés, vagy fejlesztés alatt álló létesítmények kezdenek működni 2030-ig, ez esetben a nukleáris energiából nyerhető energiamentiség csak negyedével nő a jelenlegihez képest a világon. A másik forgatókönyv viszont számos új létesítményt is valószínűsít addig, és ezzel a nukleáris energiatermelés 93 százalékkal haladna meg 2030-ra a jelenlegi szintet. 1960-ban a nukleáris energia a világ energiatermelésének kevesebb, mint 1 százalékát adta. Ez a nyolcvanas évek közepére 16 százalékra nőtt és jelenleg is ezt a szintet tartja. 2030-ra az IAEA becslései szerint részaránya 13 százalékra csökken a globális energiatermelésben. [8]

Hazánk vonatkozásában a Paksi Atomerőmű adja az ország villamos energiatermelésének 39 %-át, ez 1755 MWe teljesítményt jelent, ezért üzemben tartása nélkülözhetetlen. Bezárása esetén a villamos energia ára az egekbe szökne, amely drasztikus életszínvonal csökkenéssel járna, emellett erős villamos áram importfüggőség alakulna ki Magyarországot tekintetében, amely szintén negatívan befolyásolná az ország gazdasági helyzetét. Azonban figyelembe kell vennünk, hogy az erőmű blokkjainak üzemideje 30 év, amely 2012-17-ig terjedő ciklusban le fog járni. A megoldás az erőmű fejlesztésében és életciklusának meghosszabbításában rejlik, amelyet már el is kezdtek a Paksi Atomerőműben és az Országos Atomenergia Hivatalban. Továbbá tervben van a Paksi Atomerőmű további két reaktortal való bővítése. A tervek szerint 2020-ra a hazai villamos energiatermelés 60 %-át fogja megtermelni a Paksi erőmű jelenlegi 4 és tervezett 2 blokkja. [9]

Világviszonylatban a nukleáris energiatermelés egyik fontos kérdése, hogy mennyire fogja befolyásolni a nukleáris energiatermelés jövőjét a Csernobili vagy a Fukusimai hoz hasonló nukleáris balesetek? Vajon képesek lesznek a kutatómérnökök lépés tartani a természeti és a technika kihívásaival ezen a területen, hogy ne következhesse be hasonló méretű nukleáris katasztrófák a jövőben. Úgy gondoljuk, hogy a kérdés megválaszolása igen sürgető, hiszen az emberiség energiaigénye rohamos léptékben nő és a legszerűbb prognózisok is a jelenlegi

igények megduplázódását jósolják 50 éven belül. A másik fontos kérdés a nukleáris energiatermelés melléktermékeként keletkező radioaktív hulladékok tárolási problémájának hosszú távú megoldása. Ez a kérdés az egész iparág jövőjét alapvetően befolyásolhatja és eldöntheti. A jelenlegi mélygeológiai tárolók nyújtotta tárolási lehetőséget a lakosság többsége elutasítja, és nem tartja elképzelhető alternatívának a jövőt illetően. Ezért a probléma új megoldások és megközelítések keresését követeli meg a szakemberektől.

NUKLEÁRIS VESZÉLYHELYZETEK ÉS HATÁSAIK

Az atomerőművek üzemelése során – bonyolult rendszerről lévén szó – számos apró, vagy nagyobb rendellenesség vezethet üzemzavarhoz, súlyosabb esetben balesethez. Legsúlyosabb következménnyel a nagy primerkörü csőtörés következtében fellépő hűtővíz veszteség járhat, melynek során az üzemelő, vagy a már leállított atomerőmű hűtése részben, vagy teljesen megszűnhet és a fűtőelemekben felhalmozódott nagyszámú radioaktív izotóp bomlása során termelt jelentős hőmennyiség megolvashatja reaktortartályban lévő hasadóanyagot tartalmazó fém rudakat (pálcákat) és felnyitja a gáz tömör csövek burkolatát. Ezt hívják részleges, vagy teljes zónaolvadásnak. A megolvadt csövek elveszítve gáztömörségüket kiengedik a reaktor tartályba, illetve annak környezetébe az illékony gáz- és gőzhalmazállapotú radioaktív hasadási termékeket, azaz a radioaktív nemesgázokat (argon, xenon, kripton stb.) és a jódizotópok gőzeit. Ezek aztán már tovább juthatnak a reaktor biztonsági tartályába, konténmentjébe és onnan a környezetbe. [10]

Az 1979. március 28-án történt Three Mile Island atomerőmű balesete volt az első komoly kereskedelmi nukleáris baleset az Amerikai Egyesült Államokban. A balesetben TMI-2 blokk sérült meg, amely 907 MW névleges villamos áram teljesítménnyel rendelkezett. A nukleáris katasztrófa egy konstrukciós és egy emberi hiba vezetett, amely következtében először a vészleállító rendszer lépett működésbe majd egy szelep meghibásodása miatt elforrt a hűtőközeg. Ezt követően a fűtőelemek hőmérséklete meghaladta az 1100°C -t, a burkolatok felnyíltak és elkezdődött a vízcirkónium reakció. Közel tíz hosszú órába tellett mire stabilizálni tudták az erőmű állapotát a szakemberek. A baleset komoly szakmai kivizsgálás követte, amely hatalmas hatással volt az amerikai reaktorbiztonságra. [11]

A Csernobili atomkatasztrófa 1986. április 26-án következett be az ukrain Pripjaty és Csernobil városok melletti atomerőműben. Az atomerőmű építésénél tervezés és költségvetési problémák miatt nem épültek védőépületek ezért a baleset következtében radioaktív hulladék hullott a Szovjetunió nyugtai valamint Európa más részeire és az Amerikai Egyesült Államok keleti részére. A baleset következtében Oroszországból és Fehéroroszországból közel 200 000 embert kellett kitelepíteni. A katasztrófa okáról két ellentmondó hivatalos állásfoglalás született. Az első, amelyet közvetlenül a baleset után tettek közzé a hatóságok az atomerőművet üzemeltető szakembereket tették felelőssé. A másik állásfoglalás szerint, amely 1991-ben jelent meg a baleset bekövetkezéséért a reaktor tervezési hibáit teszi felelőssé. Szakértői állásfoglalások szerint külön egyik állásfoglalás sem álja meg a helyét, a két hiba közösen vezetett a nukleáris katasztrófa bekövetkezéséhez. Egyrészt az üzemeltetők kikapcsolták a reaktor biztonsági rendszereit, ami szigorúan tilos. Másrészt olyan mértékű tervezési hibákat titkoltak el az üzemeltetők elől, amelyek ismeretében elkerülhető lett volna a baleset bekövetkezése. A WHO (World Health Organization) 2005-ös állásfoglalása szerint a szerencsétlenség 70 éves távlatban összességében 4000 áldozatot fog követelni. [12]

A Fukusimai atomerőmű balesete 2011. március 11-én bekövetkezett tóhokui földrengés és az általa keltett szökőár előidézte Japán történelmének egyik legsúlyosabb kereskedelmi jellegű nukleáris katasztrófája, amelyet a csernobili katasztrófával egyenértékűnek 7-es kategóriába soroltak be. A földrengés bekövetkezésekor az atomerőmű 6 reaktorából a 4-es az 5-ös és a 6-os karbantartási munkálatok miatt üzemen kívül volt, az 1-es, 2-es és a 3-as pedig a földrengés

következtében azonnal leálltak, ennek következtében a villamos energiaellátása a reaktorok hűtővizét keringtető szivattyúknak megszűnt. Az energiaellátás kiesését az ilyen vészhelyzetekre telepített dízelgenerátorok beüzemelésével próbálták helyettesíteni, azonban a földrengést követő 55 percben egy 15 méteres árhullám érte el az atomerőmű 5-7 méteres árhullámra tervezett védőfalát. Az árhullám a védőfalakon áttörve megrongálta az erőmű létesítményeit, tengersizvattyúit és a dízelaggregátorok üzemanyag-ellátását és hűtőrendszerét, ezzel megszűnt és leálltak a reaktorok aktív üzemzavari hűtőrendszerei. Egyben kiesett a külön-külön is több száz fűtőelemet tároló *pihentető medencék*, valamint a külön épületben lévő *használtfűtőelem tároló* hűtése is. Az aktív hűtést csak a baleset után 9-órával a helyszínre érkezés után tudták megoldani, ennek hatására a reaktorok hűtővizének vízszintje és az aktív zónák hőmérséklete és a reaktorok nyomása kritikussá vált. Mindezen események egyenes következménye keppen következett Japán addigi legsúlyosabb nukleáris balesete. [13]

Nukleáris veszélyhelyzetben fenyeget vagy bekövetkezik a munkahelyen és/vagy a környezetben a sugárzási szint jelentős megnövekedése, radioaktív anyagok megjelenése a nem várt helyeken, jellemzően biztonságosnak ítélt munkahelyi területeken, a lakó környezetben, valamint kiterjedten a környezetben. Az ilyenkor fellépő lehetséges károsító hatások igen kiterjedtek, jellemzően az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- determinisztikus egészségkárosító hatás olyan egészséget károsító sugárhatás, amelynek dózisküszöb-értéke van, amely felett a hatás súlyossága a dózissal növekedik;
- sztochasztikus egészségkárosító hatás olyan egészséget károsító sugárhatások, amelyeknek küszöbdózisuk nincs, előfordulásuk valószínűsége arányos a dózissal, súlyosságuk azonban független attól;
- sugárzáshoz nem köthető egyéb egészségkárosító hatás az esetleges pánik miatt kialakuló traumatikus hatások, pszichológiai és pszicho-szomatikus hatások;
- gazdasági hatás lehet a mezőgazdasági, a turisztikai, vagy egyéb gazdasági tevékenység ellehetetlenülése;
- környezeti hatás lehet a környezet elszennyeződése, a természet károsodása. [14]

A nukleáris baleseteket, mint atombomba detonáció segítségével szeretnénk megvilágítani az emberre mért hatásait. A sugárzást alkotó részecskék behatolnak az élő testekbe, roncsolták a sejteket, a vért, megváltoztatják a csontvelő vérképző funkcióját és tönkreteszik a belső szerveket. A sugárzás okozta károsodás mértékét erősen befolyásolja, hogy az áldozat a hipocentrumtól mekkora távolságban van, és, hogy van e valamilyen tárgy, ami takarja. A robbanás követő egy percben kibocsátott azonnali a hipocentrum 1 kilométeres körzetében a dózis általában halálos. A legtöbben, akik itt tartózkodnak, pár napon belül meghalnak. A magas sugárdózis egyik emberi szervezetre gyakorolt első hatása a hányás. A sugárbetegség kialakulása függ az ekvivalens dózis mértékétől, ami a sugárzás roncsoló hatásától és az abból az élő testet ért dózistól függ. Az ekvivalens dózis SI mértékegysége a Silvert (Sv). Az 1 Sv-nél kevesebb ekvivalens dózist befogadó emberi testben nem alakul ki különösebb betegség, de előfordulhat ingadozás a fehérvérsejtek számában, és rövid időre a férfiak sterillé válhatnak. 1–2 Sv között enyhe tünetek észlelhetőek, ekkora dózis a vérképző szöveteket károsítja.

MAGYARORSZÁG NUKLEÁRIS VESZÉLYEZTETETTSÉGE

Magyarországon kiterjedt módon valósul meg az atomenergia békés célú felhasználása, számos területén segíti elő az életfeltételek javítását. Az atomenergia békés célú felhasználása ugyanakkor jelentős veszélyeket rejt magában: nukleáris veszélyhelyzet alakulhat ki, melynek során radioaktív anyagok kerülhetnek a környezetbe, veszélyeztetve a dolgozók és a lakosság egészségét, károsítva a környezetet, és jelentős gazdasági károkat okozva.

Az atomerőművi esetleges meghibásodások káros következményei elleni védelem utolsó szintjét képviselik azok az intézkedések, amelyek nukleáris veszélyhelyzetben a dolgozók, a lakosság és a környezet védelmét szolgálják: azaz a nukleárisbaleset-elhárítás intézkedések rendszere.

Az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Terv (OBEIT) részletesen áttekinti a Magyarországot, illetve a Magyarországon élőkét, tartózkodókat veszélyeztető nukleáris veszélyhelyzeteket, kezdve az ilyen veszélyhelyzetek forrásaként számításba jöhető létesítményekkel és tevékenységekkel. Az OBEIT 2.1. fejezete részletesen ismerteti a hazai nukleáris és radioaktív anyagokat alkalmazó létesítményeket, tevékenységeket, valamint az esetlegesen bekövetkező nukleáris balesetük folytán hazánkat fenyegető külföldi nukleáris létesítményeket.

A baleset-elhárítási tervezés egységesítése céljából a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség – a kockázatok nagysága és időbeli változása alapján – a nukleáris létesítmények üzemeltetése, illetve a nukleáris és radioaktív anyagokkal végezhető tevékenységek következtében lehetséges nukleáris veszélyhelyzetek besorolására öt veszélyhelyzeti tervezési kategóriát (VTK) ajánl, amelyek általános ismertetését az alábbi fejezetek tartalmazzák. A Magyarországot veszélyeztető létesítmények és tevékenységek közé a hazai nukleáris és radioaktív anyagokat alkalmazó létesítmények, a radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek és egyes külföldi nukleáris létesítmények tartoznak. Követve az OBEIT 2. fejezetében foglaltakat e létesítmények és tevékenységek nukleáris veszélyhelyzeti tervezési kategóriába sorolása a következő:

- I. kategória: Paksi Atomerőmű
- II. kategória: A Kiegett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT), Budapesti Kutatóreaktor, Izotópintézet Kft.
- III. kategória: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor, Püspökszilágyi Radioaktív Hulladék feldolgozó és Tároló Telep (RHFT), Nemzeti Radioaktív Hulladéktároló, Bataapáti.
- V. kategória: Bohunice Atomerőmű, Mohovce Atomerőmű, Krsko Atomerőmű, Dukovany Atomerőmű, Temelin Atomerőmű. [14]

A következő táblázat megadja, hogy az egyes nukleáris veszélyhelyzeti osztályok mely létesítményekben, illetve tevékenységek során bekövetkező veszélyhelyzetek esetén értelmezhetőek.

Veszélyhelyzeti osztály	Létesítmény, tevékenység
Általános veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű
Helyi veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegett Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópintézet Kft., radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek
Létesítményi veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegett Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópintézet Kft., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor, nagy aktivitási radioaktív anyagokat alkalmazó létesítmények,
Potenciális veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegett Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópintézet Kft., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor, nagy aktivitási radioaktív anyagokat alkalmazó létesítmények, radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek

1. táblázat. Veszélyhelyzeti osztályok létesítményekben, tevékenységek során [14]

A következő táblázat a károsító hatásokat, lehetséges következményeket foglalja össze a definiált veszélyhelyzeti osztályok szerint.

A legtöbb veszélyhelyzet-típus esetén a rendszabályok bevezetésére a telephelyen és telephelyen kívül kerülhet sor. Létesítmények esetében jelentős, telephelyen kívüli szennyeződést

vagy sugárterhelést eredményező veszélyhelyzet bekövetkeztekor (I. és II. veszélyhelyzeti tervezési kategóriába eső létesítmény) a tervezés szintje a létesítménytől való távolság függvényében változik. Ezen létesítményeket illetően, a tervezés a sürgős óvintézkedések esetében három veszélyhelyzeti tervezési zónára korlátozódik.

Megelőző Óvintézkedések Zónája (MÓZ) az I. tervezési kategóriába tartozó létesítmények esetében előre kijelölt terület, amelyre a sürgős óvintézkedéseket előzetesen megtervezik, és azok végrehajtását az Általános Veszélyhelyzet megállapítását követően azonnal elrendelik. Cél a súlyos determinisztikus hatások megelőzése a zónában óvintézkedések végrehajtásával a kibocsátást megelőzően vagy röviddel azt követően.

Sürgős Óvintézkedések Zónája (SÓZ) az I. vagy II. tervezési kategóriába tartozó létesítmények esetében előre kijelölt terület, amelyre a sürgős óvintézkedéseket előzetesen megtervezik. A SÓZ-ban a környezeti monitorozási adatok és a létesítmény állapotának értékelése alapján elrendelt, sürgős óvintézkedések végrehajtását azonnal megkezdik a vonatkozó jogszabályokban meghatározott dózisos elkerülése céljából. A III. és IV. veszélyhelyzeti tervezési kategóriára a MÓZ és a SÓZ kijelölése általában nem indokolt.

A MÓZ és a SÓZ nagyjából kör alakú területek a létesítmény körül, amelyek határait a beavatkozás alatt is jól felismerhető tereptárgyak (pl. utak, folyók) alapján kell kijelölni, amelyek megkönnyítik az azonosítást. Fontos megjegyezni, hogy a zónák nincsenek tekintettel a nemzeti határookra. A zónák méreteit a potenciális következmények elemzése alapján lehet meghatározni.

Veszélyhelyzeti osztály	Létesítmény, tevékenység	Következmények	Kiterjedés
Általános veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű	determinisztikus, sztochasztikus, nem-radiológiai, gazdasági, környezeti	általános, nagy kiterjedés, több 10, 100 km
Helyi veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópintézet Kft., radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek	determinisztikus, sztochasztikus, nem-radiológiai, gazdasági, környezeti	telephely, telephelyen kívüli, néhány 100 m, néhány km
Létesítményi veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópintézet Kft., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor, nagy aktivitású radioaktív anyagokat alkalmazó létesítmények,	determinisztikus, sztochasztikus, nem-radiológiai, gazdasági	létesítményen belül
Potenciális veszélyhelyzet	Paksi Atomerőmű, Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója, Budapesti Kutatóreaktor, Izotópintézet Kft., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Oktatóreaktor, nagy aktivitású radioaktív anyagokat alkalmazó létesítmények, radioaktív anyagokkal végzett tevékenységek	nem-radiológiai, gazdasági	létesítményen belül, a tevékenység szűk körzetében

2. táblázat. Veszélyhelyzeti osztályok és a létesítmények, tevékenységek [14]

Élelmiszer-fogyasztási Korlátozások Óvintézkedési Zónája (ÉÓZ) az a terület, amelyen belül szükségessé válik a lakosság élelmiszer-fogyasztásának korlátozása, a mezőgazdasági termelők és az élelmiszer-feldolgozó ipar ellenőrzése, tevékenységük szükség szerinti, szigorú rendeleti szabályozása, illetve korlátozása. Az ÉÓZ-ban a védekezés alapvetően a helyi termelésű élelmiszerek fogyasztásának előre megtervezett korlátozását jelenti a lenyelt sugárzó anyagok sztochasztikus hatásainak csökkentése céljából. A lakosság esetleges áttelepítése, az élelmiszerkorlátozás és a mezőgazdaságban foganatosítandó védelmi rendszabályok elrendelése a

környezeti ellenőrzésen és élelmiszerminták elemzésén alapszik, a tapasztalatok szerint több száz km távolságig kell élelmiszer-korlátozással számolni. [14]

A következő táblázat összefoglalja, hogy az egyes óvintézkedési zónákban jellemzően milyen károsító hatásokra, következményekre kell számítani.

Nukleáris veszélyhelyzeti következmények	Óvintézkedési zónák		
	MÓZ	SÓZ	ÉÓZ
determinisztikus	x	x	-
sztochasztikus	x	x	x
nem-radiológiai	x	x	x
gazdasági	x	x	x
környezeti	x	x	x

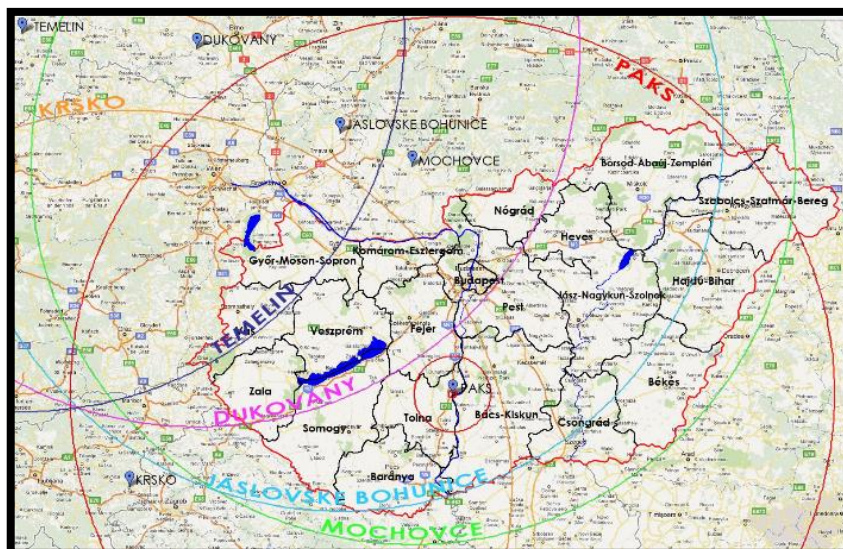
3. táblázat. Az óvintézkedési zónákban jellemző következmények [14]

A Magyarországon nukleáris veszélyhelyzetet okozható létesítmények tervezési zónáinak megnevezését és területi kiterjedését a következő táblázat mutatja be.

	MÓZ	SÓZ	ÉÓZ
I. VTK			
Paksi Atomerőmű	3 km	30 km	300 km
II. VTK			
KKÁT	-	-	3 km
Budapesti Kutatóreaktor	-	KFKI telephely	1 km
Izotópintézet Kft.	-	KFKI telephely	1 km
III. VTK			
BME Oktatóreaktor	-	-	-
RHFT	-	-	3 km
NRHT	-	-	3 km
V. VTK			
Bohunice	3 km	30 km	300 km
Mohovce	3 km	30 km	300 km
Krsko	3 km	30 km	300 km
Dukovany	3 km	30 km	300 km
Temelin	3 km	30 km	300 km

4. táblázat. Tervezési zónák megnevezése és területi kiterjedése [15]

A fenti táblázat számokkal kifejezett adatait a soron következő ábra már térképes formában is szemlélteti. Valamennyi az fenti táblázatban feltüntetett atomerőmű már hosszabb ideje működik, többségük azonos típusú VVER-440/213 reaktorblokkokkal üzemel. Valamennyi atomerőmű szigorú nemzeti hatósági felügyelet alatt áll, és biztonsági szintjük kielégíti a nemzetközi elvárásokat és követelményeket. Az előzőekben vázolt következményekkel járó nukleáris veszélyhelyzet bekövetkezésének gyakorisága az elvégzett kettesszintű Valószínűségi Biztonsági Elemzések szerint 10^{-7} - 10^{-6} reaktorév⁻¹ gyakoriság tartományba esik. A Rendeltben alkalmazott gyakoriság terminológia szerint az ilyen események a nagyon ritka gyakoriságtartományba tartoznak. [16]

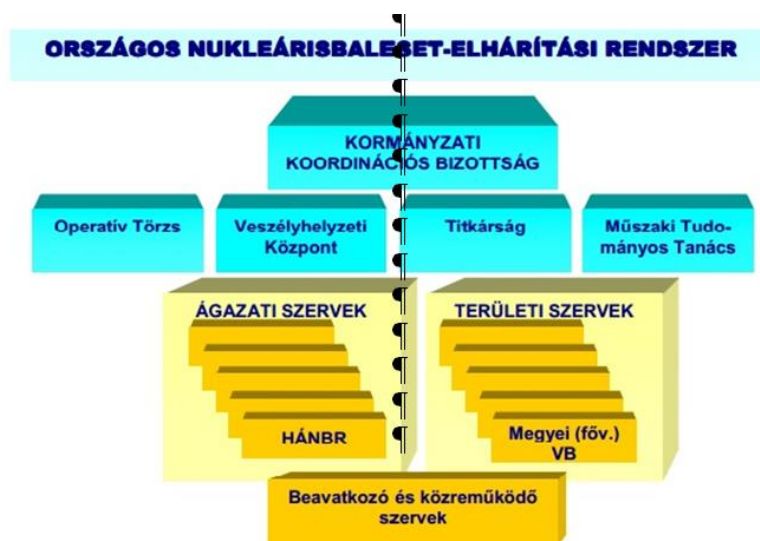


5. ábra. Magyarország nukleáris veszélyzetettsége [16]

AZ ORSZÁGOS NUKLEÁRISBALESETELHÁRÍTÁSI RENDSZER

Hazánkban a bekövetkezett radiológiai, illetve nukleáris események elhárításáért, az ellenük való védekezésért és esetleges bekövetkezésük esetén a következmények csökkentéséért az Országos Nukleárisbalesetelhárítási Rendszer (ONER) a felelős.

Az ONER elsődleges feladata a hazai nukleáris létesítmények, valamint radioaktív anyagokat használó tároló üzemek, üzembe helyezése, üzemeltetése során bekövetkező nukleáris veszélyhelyzetek elhárítása. A rendszer működését az országos nukleárisbaleset-elhárítási rendszerről szóló 167/2010. (V.11.) Korm. rendelet (továbbiakban: Rendelet) szabályozza. További feladatai közé tartozik a nukleáris és radioaktív anyagok szállítása közben bekövetkezett balesetek, az ország területén kívül történt nukleáris katasztrófa helyzetek kezelése a lakosság hiteles és időbeli tájékoztatása. Az ONER felépítése a következő ábrán látható.



6. ábra. Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer felépítése. [17]

Az ONER irányításával kapcsolatos feladatokat a kormányzati koordinációs szerv, a Katasztrófavédelmi Koordinációs Kormánybizottság (a továbbiakban: KKB) látja el, amely a Kormány katasztrófavédelemmel összefüggő döntéseinek előkészítését és a védekezéssel kapcsolatos feladatok ágazati összehangolását végző szerv.

Az atomenergia békés célokra való felhasználása során bekövetkező radiológiai, vagy nukleáris események elhárítására való felkészülésről, a bekövetkezett esemény következményeinek csökkentéséről és megszüntetéséről az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszer (a továbbiakban: ONER) gondoskodik. Az ONER a lakosság nem tervezett sugárterhelését előidéző események megelőzésében, az ilyen esemény következményeinek csökkentésében és megszüntetésében érintett központi, ágazati, területi és helyi szintű szervek és szervezetek összessége.

Az ONER és a nukleáris veszélyhelyzet elleni védekezés tervezése, irányítása és a végrehajtásának összehangolása kormányzati feladat. A korszerű államigazgatási struktúrának megfelelően megújításra kerültek a katasztrófavédelmi és az országos nukleárisbaleset-elhárítási rendszert szabályozó jogszabályok.

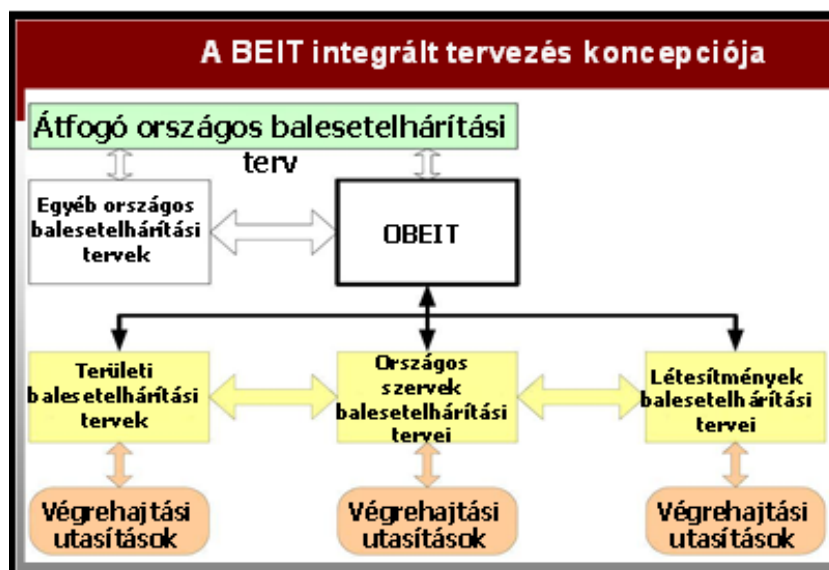
Az országos katasztrófavédelmi rendszer felépítését, a katasztrófák elleni védekezésben érintett miniszterek és állami szervek megelőzéssel, felkészüléssel és védekezéssel kapcsolatos feladatait, valamint a katasztrófavédelmi kormányzati koordinációs szerv feladatait, a Kat. tv., valamint az annak végrehajtásáról szóló 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet szabályozza.

Az ONER irányításával kapcsolatos feladatokat a kormányzati koordinációs szerv, a Katasztrófavédelmi Koordinációs Kormánybizottság (KKB) látja el, amely a Kormány katasztrófavédelemmel összefüggő döntéseinek előkészítését és a védekezéssel kapcsolatos feladatok ágazati összehangolását végző szerv. Az ONER működési állapotának megváltoztatását az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) főigazgatójának a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (a továbbiakban: BM OKF) főigazgatója útján tett kezdeményezésére a Belügyminiszter rendeli el.

A biztonságot kedvezőtlenül befolyásoló és a lakosság nem tervezett sugárterhelését előidéző esemény következtében a nukleárisbaleset-elhárítási veszélyhelyzet kihirdetésére vagy annak megszüntetésére a kormányzati koordinációs szerv elnöke tesz javaslatot a Kormány számára.

Az ONER működési rendjét a kormányzati koordinációs szerv a központi veszély-elhárítási terv részeként, az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Intézkedési Tervben (a továbbiakban: OBEIT) állapítja meg. Az ONER normál vagy – ettől eltérő esetben – magasabb szintű működési állapotban működik, amely lehet készenléti, veszélyhelyzeti és helyreállítási működési állapot. [14]

A kormányzati koordinációs szerv döntés-előkészítő és döntéshozó tevékenységéhez szükséges információk biztosítása érdekében Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (a továbbiakban: OSJER) működik. Az OSJER működésének összehangolását és szakmai munkájának irányítását a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter végzi.



7. ábra. A BEIT integrált tervezési koncepciója. [18]

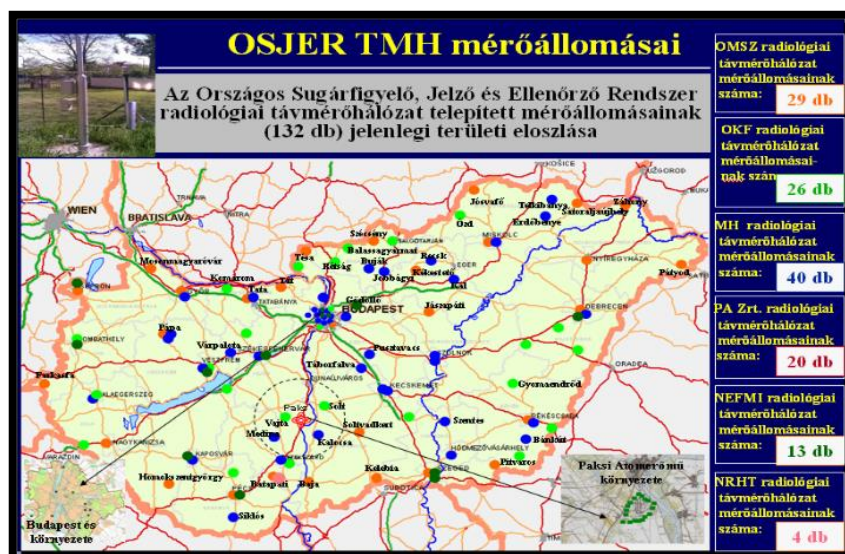
Az OSJER vezető szerve a hivatásos katasztrófavédelmi szerv központi szervének Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központja (a továbbiakban: NBIÉK). A BM OKF a Rendeletben rögzítettek szerint folyamatosan tervezi, szervezi a lakosság országos sugárzási helyzettel kapcsolatos normál és rendkívüli időszakos tájékoztatását, végzi az országos sugárhelyzet-értékelését, melynek érdekében készenléti ügyeleti szolgálatot működtet. Felügyeli a területi katasztrófavédelmi igazgatóságokon működő Területi Információs Központok (TIK) munkáját, valamint háttérsugárzási adatokat biztosít a megyei sugárzási helyzetértékeléshez. Közreműködik a Magyar Honvédség Görgei Artúr Vegyvédelmi Információs Központ Atom-, Biológiai-, Vegyi Riasztási és Értesítési Rendszer (ABV RIÉR) katasztrófavédelemre háruló feladatainak végrehajtásában, továbbá részt vesz a hazai és nemzetközi nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlatokon.

A Katasztrófavédelmi Koordinációs Kormánybizottság döntés-előkészítő és döntéshozó tevékenységéhez szükséges információk biztosítása érdekében Magyarországon Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (OSJER) működik. Az OSJER működésének összehangolását és szakmai munkájának irányítását a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter végzi. Az OSJER vezető szerve a BM OKF bázisán működő Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központ (NBIÉK) - más néven Nukleárisbaleset-elhárítási Osztály -, amely többek között ellátja az ország nukleárisbaleset-elhárítási korai előrejelzés központi feladatait.

Az OSJER-t három alrendszer alkotja.

A Radiológiai Távmérő Hálózat telepített automata távmérőállomásokból áll, amelyek az ország nukleárisbaleset-elhárítási korai riasztási rendszereként működnek, folyamatosan ellenőrzik az ország környezeti sugárzási dózisteljesítményét és a fontosabb lokális meteorológiai paramétereket. Jelenleg 6 ágazat 132 mérőállomásáról érkeznek gamma-dózisteljesítmény adatok a BM OKF-en működő országos radiológiai monitoring központba. [14]

A Mobil Radiológiai Laboratóriumok hálózata a sugárszennyezés felderítését, elemzését végzi veszélyhelyzetek esetén. Ennek érdekében minden évben nemzeti és nemzetközi szintű összemérési gyakorlatok kerülnek megrendezésre a technikák és a munkamódszerek tökéletesítése, valamint az állomány felkészítése érdekében. Jelenleg 6 db speciális, izotóp szelektív mérések elvégzésére is alkalmas sugárvédelmi mérő kocsit találhatók a rendszerben, de kiemelt jelentőséggel bírnak az azonnali beavatkozásra képes, alapszintű radiológiai méréseket végző megyei katasztrófavédelmi igazgatóságok alárendeltségében - 2012. április 1-jével katasztrófavédelmi mobil labor néven - működő veszélyhelyzeti felderítő egységek (korábban veszélyhelyzeti felderítő csoportok és veszélyhelyzeti felderítő szolgálat néven működtek).



8. ábra. Az OSJER TMH mérőállomásai. [18]

A Katasztrófavédelmi Mobil Laborok (KML) biztosítják a veszélyhelyzet értékelését szolgáló kiinduló adatok gyűjtéséhez, rendszerezéséhez és feldolgozásához, valamint a mérgező vagy sugárzó anyagok helyszíni és laboratóriumi meghatározásához szükséges feltételeket, és szükség esetén közreműködnek a mentesítési feladatok koordinációjában. Jelenleg az országban 19 KML áll készenlétben, közülük egy, a fővárosban 24/72 órás szolgálatot lát el. A megyei katasztrófavédelmi igazgatóságokon a kiképzett munkatársakból álló 3 fős csoportok heti váltásos ügyeleti szolgálati rendben dolgoznak. Riasztás esetén a megyei KML munkaidőben 20, munkaidőn túl 60 percen belül, míg a fővárosi KML 2 percen belül kezdi meg vonulását a kárhelyszínre. [14]

Az OSJER harmadik alrendszere a Helyhez Kötött Laboratóriumok Hálózata, mely a beszállított minták (élelmiszer, tej, talaj, víz, stb.) radioaktivitásának mérését végzi. Ezek a mérések teremtik meg a hosszú távú óvintézkedések (legeltetési tilalom, élelmiszer és vízfogyasztás korlátozása, stb.) bevezetésének alapját. Az OSJER-ben jelenleg 7 db helyhez kötött radiológiai laboratóriumi mérő és ellenőrző hálózat található (a Vidékfejlesztési Minisztérium alárendeltségében működő két hálózat, a Nemzeti Erőforrás Minisztérium, a Magyar Tudományos Akadémia, az Országos Meteorológiai Szolgálat, a Paksi Atomerőmű Zrt. és az RHK Kft. laboratóriumi), melyekkel a BM OKF NBIÉK, mint az OSJER vezető szerve szoros együttműködést ápol.



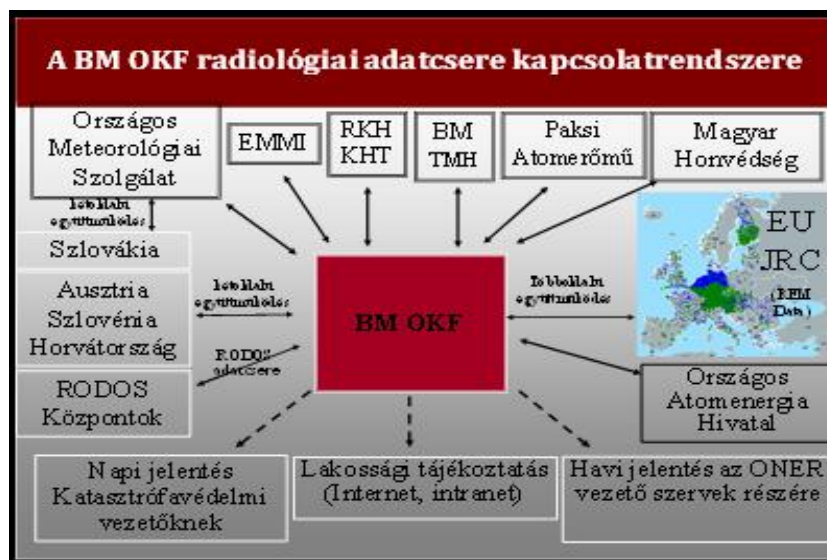
9. ábra. A BM OKF Katasztrófavédelmi Mobil Laboratóriuma [18]

A nukleárisbaleset-elhárításban – normál és veszélyhelyzeti időszakban egyaránt – nagy jelentősége van a hiteles tájékoztatásnak, a független, folyamatos, helyi és országos szintű sugárzási helyzetértékelésnek és az egységes döntéstámogató rendszerek folyamatos készenlétben tartásának a lakosság védelmének hatékonyabb biztosítása érdekében. Ilyen nemzetközi döntéstámogató rendszer a BM OKF RODOS elnevezésű, valós idejű, online, nukleárisbaleset-elhárítási terjedésszámító és döntéstámogató rendszere is.

A határokon átnyúló következményekkel járó esetleges balesetek hatékonyabb kezelése érdekében számos ország rendelkezik együttműködési megállapodással és nemzetközi adatcsere rendszerekkel. Ilyen rendszer az *Európai Radiológiai Adatcsere Platform (EURDEP)* is. Az

Európai Unió minden tagországa számára kötelező jellegű az adatszolgáltatás ebbe a rendszerbe, de az Unió kívüli országok is csatlakozhatnak a kezdeményezéshez. Azok az országok, melyek beküldik adataikat a rendszerbe, láthatják az összes többi tagállam sugármérési eredményeit, ami elősegíti a nemzetközi szintű döntéstámogatást és lakossági tájékoztatást.

Az Európai Atomenergia-közösség létrehozásáról szóló EURATOM szerződés 36. cikkelye és az EURDEP szerződés értelmében az NBIÉK ellátja a nemzetközi radiológiai monitoring adatsere rendszer nemzeti központ feladatait, az ország nemzetközi értesítési kötelezettségének teljesítése érdekében radioaktív szennyezettségre jellemző adatokat biztosít. [19]



10. ábra. A BM OKF radiológiai adatsere kapcsolatszerkezete. [18]

Az ONER megfelelő működése, Nukleáris balesetelhárítási gyakorlatok alkalmazásával ellenőrizhető le. Ilyen gyakorlás volt az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és az Országos Atomenergia Hivatal által közösen 2013 októberében megtartott szimuláció, amelyben az ország 7 megyéje és 28 járása volt érintett és a fukusimai atomerőmű balesettel azonos üzemzavarokat, áramellátási problémákat, hűtőkiesést és fűtőelem-olvadást szimuláltak a szakemberek. [20]

A Honvédelmi Katasztrófavédelmi rendszer (továbbiakban HKR) szorosan illeszkedik az Országos Nukleáris balesetelhárítási Rendszerhez. A HKR vezető szervei, illetve a rendszerbe kijelölt erők minden katasztrófatípus esetén rögzített feladatrendnek megfelelően működnek. Nukleáris esemény bekövetkezése esetén a HKR kijelölt erői közül az adott katasztrófatípus elhárítására leginkább igénybe vehető munkacsoportok részvétele várható. A nukleárisbaleset-elhárítási feladatok végrehajtására elsősorban vegyi-védelmi és műszaki, továbbá más szakterületi ismeretekkel rendelkező, nukleárisbaleset-elhárítási ismeretekből felkészített, egyéni védőeszközökkel felszerelt személyi állomány kerül alkalmazásra. [21]

ÖSSZEZÉS

Összességében elmondható, hogy a nukleáris energiatermelés veszélyes üzemnek mondható, amellyel ha nem, jól bánunk akkor bizony súlyos következményekkel kell számolnunk. Éppen ezért nem elfogadható egyetlen embernek a sebesülése vagy halála sem, mely megakadályozható lenne. Az energiatermelés viszont az emberi faj létfenntartásának nélkülözhetetlen szegmense ezért szükségünk van rá, ezt mindenki elfogadja. A kérdés azonban az, milyen árat adozunk ezért. A csernobili baleset után az atomerőműveket elkezdtek világszerte leszerelni (az egyébként biztonságosakat is), míg fel nem ismerték, hogy nem szabad lemondani az atomenergiáról.

Fontos, hogy minden nemzet rendelkezzen egy olyan képességekkel rendelkező szervezettel, amely képes egy esetleges nukleáris baleset bekövetkezése esetén a megfelelő megelőzési, védekezési és kárfelszámolási feladatokat végrehajtani.

Hazánkban az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság működteti az Országos Nukleárisbalesetelhárítási Rendszert, amely elsődleges feladata a radiológiai és nukleáris balesetekkel kapcsolatos megelőzési, védekezési és helyreállítási feladatok ellátása. A Honvédelmi Katasztrófavédelmi rendszer, amely szerves részét képezi az Országos katasztrófavédelmi rendszernek szorosan kapcsolódik az ONER-hez kiegészítve és erősítve azt ezzel biztosítva Magyarország nukleáris biztonságát.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Agency of Natural Resources and Energy: A világ primer energiaigényének alakulása 1860-1990 között millió tonna kőolajra vonatkoztatva.
http://rexades.blog.hu/2009/06/04/a_nuklearis_energiatermeles (letöltés: 2014. 04. 30)
- [2] Rusz Tímea: Atomenergia biztonság a bővülő Európai Unióban.
http://elib.kkf.hu/edip/D_9966.pdf (letöltés: 2014. 04. 30)
- [3] Kecskeméti Gábor: A világ első atomerőművének „születésnapja”
<http://oroszvilag.hu/?t1=tortenelem&hid=862> (letöltés: 2014. 04. 30)
- [4] Paksi Atomerőmű Zrt.: Két reaktor egy csarnokban, a háttérben a kiégett üzemanyagot szállító konténerek
<http://www.atomeromu.hu/galeria-fototar-videtotar> (letöltés: 2014. 04. 30)
- [5] Sipos Géza: Világelső kísérleti atomerőmű épülhet Magyarországon
<http://www.origo.hu/idojaras/20110117-negyedik-generacios-atomeromu-gyorsreaktor-vilagelso-kiserleti-atomeromu-epulhet-magyarorszagon.html> (letöltés: 2014. 05. 13)
- [6] Dr. Csom Gyula: Sipos: Nemzetközi összefoglalás a 21. század atomenergetikájáért.
http://www.reak.bme.hu/fileadmin/user_upload/felhasznalok/csom/nemzetkozi_osszefogas_a_21_szazad_atomenergetikajaert.pdf (letöltés: 2014. 05. 13)
- [7] Mészáros Tamás: Atomenergia: a múlt vagy a jövő technológiája?
http://kitekinto.hu/europa/2011/04/28/atomenergia_a_mult_vagy_a_jov_technologiaja_i.&lap=3 (letöltés: 2014. 05. 13)
- [8] MTI: 2030-ig megduplázódhat a nukleáris energiatermelés a világon
<http://www.stop.hu/articles/article.php?id=216620> (letöltés: 2014. 05. 13)
- [9] Csom Gyula: Nemzetközi összefogás a 21. század atomenergiájáért.
http://www.reak.bme.hu/fileadmin/user_upload/felhasznalok/csom/nemzetkozi_osszefogas_a_21_szazad_atomenergetikajaert.pdf (letöltés: 2014. 05. 13)
- [10] Pátzay György; Kossa György; Grósz Zoltán: Atomerőművek biztonsága és az atomerő művi balesetekből, üzemzavarokból levonható következtetések.
<http://www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan477.pdf> (letöltés: 2014. 05. 13)
- [11] MVM Paksi Atomerőmű Zrt. : Balesetek.
<http://www.atomeromu.hu/balesetek> (letöltés: 2014. 05. 15)
- [12] Rausch Péter: A nukleáris energiatermelés helyzete és szerepe a jelenkori társadalomban.
<http://rexades.web.elte.hu/letoltes/rpszakdolgozat.pdf> (letöltés: 2014. 05. 15)

- [13] Prof. Dr. Aszódi Atilla, Boros Ildikó, Yamaji Bogdán: A fukusimai atomerőmű balesetének lefolyása, következményei, tapasztalatai és európai vonatkozásai.
http://www.reak.bme.hu/fileadmin/user_upload/felhasznalok/aszodi/letoltes/Japan/Aszodi_ObudaiEgyetem_20111004.pdf (letöltés: 2014. 05. 16)
- [14] Bognár Balázs, Kátai-Urbán Lajos, Kossa György, Kozma Sándor, Szakál Béla, Vass Gyula: Kátai-Urbán Lajos (szerk.) IPARBIZTONSÁGTAN I.: Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetők és hatósági feladatok ellátásához. Budapest: Nemzeti Közszerződési és Tankönyvkiadó, 2013. 564 p. (ISBN:978-615-5344-12-1)
- [15] Kátai-Urbán Irina; Vass Gyula: Veszélyes tevékenységek osztályozása és áttekintő értékelése Magyarországon. Bolyai Szemle XXIII. évfolyam 2014. 3. szám pp. 70-87.
- [16] Nemzeti Katasztrófa Kockázat Értékelés, Magyarország. BM OKF Budapest, 2011.
- [17] Dr. Vincze Árpád: A Nukleárisbaleset-elhárítás alapjai.
<http://www.zmne.hu/tanszkek/vegyl/personal/NukleBalesetElharitas.pdf>
 (letöltés: 2014. 05. 13)
- [18] Taskó-Szilágyi Eszter: A nukleáris baleset-elhárítás országos rendszere. Előadás NKE Katasztrófavédelmi Intézet. 2014.
- [19] Szakál Béla, Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula: Veszélyes anyagok és ipari katasztrófák III. (egyetemi jegyzet), Budapest: Szent István Egyetem Ybl Miklós Főiskolai Kar, 2008. 116 p. ISBN: 978-963-2691-15-2
- [20] BM OKF: Eredményesen zárult az országos nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlat.
http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=press_sajto_olvas&kid=747
 (letöltés: 2014. 05. 25)
- [21] Dr. Nagy Károly, Dr. Halász László: Katasztrófavédelem.
http://hhk.uni-nke.hu/uploads/media_items/nagy-halasz-katasztrofavedelem.original.pdf (letöltés: 2014. 05. 25)