

Csernobil öröksége:
Egészségügyi, környezeti, társadalmi és gazdasági hatások,

valamint

ajánlások
Fehéroroszország, az Orosz Föderáció és Ukrajna kormányai
számára

TARTALOM

Csernobil öröksége: Egészségügyi, környezeti és társadalmi-gazdasági hatások

A Csernobil Fórum tanulmányának legfontosabb megállapításai

Előszó: A csernobili baleset

Egészségügyi következmények: A Fórum szakértői csoportjának jelentése

Környezeti következmények: A Fórum szakértői csoportjának jelentése

A csernobili nukleáris baleset társadalmi-gazdasági hatásai

Ajánlások Fehéroroszország, az Orosz Föderáció és Ukrajna kormányai számára

Bevezetés

Egészségügyi ellátás és kutatás: Ajánlások

Környezetellenőrzés, helyreállítás és kutatás: Ajánlások

Gazdaság és szociálpolitika: Ajánlások

Csernobil öröksége:

Egészségügyi, környezeti, társadalmi és gazdasági hatások

A Csernobil Fórum tanulmányának legfontosabb megállapításai

Közel húsz évvel a csernobili atomerőmű balesete után sok kérdés még mindig megválaszolatlan a katasztrófa egészségügyi, környezeti és társadalmi-gazdasági következményeivel kapcsolatban. A leginkább érintett személyeknek és országoknak még világos tudományos konszenzusra kellene jutniuk a baleset hatásairól, és a nyitott kérdésekre hitelt érdemlő választ kellene adniuk. A Csernobil Fórumot 2003-ben éppen azzal a szándékkal hozták létre, hogy elősegítsék a jobb megértést, és ajánlások, valamint megoldást hozó intézkedések szülessenek a baleset következményeinek felszámolására.

A Csernobil Fórum létrehozását a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA–NAÜ) kezdeményezte, együttműködésben az Egészségügyi Világszervezettel (WHO), az Egyesült Nemzetek Fejlesztési Programjával (UNDP), az Élelmezési és Mezőgazdasági Világszervezettel (FAO), az Egyesült Nemzetek Környezeti Programjával (UNEP), az Egyesült Nemzetek Humanitárius Ügyeket Koordináló Hivatalával (UN-OCHA), az Egyesült Nemzetek Atomsugárzás Hatásaival foglalkozó Tudományos Bizottságával (UNSCEAR), a Világbankkal, továbbá Fehéroroszország, az Orosz Föderáció és Ukrajna kormányával. A Fórum létrehozása része az Egyesült Nemzetek Csernobilra vonatkozó tízéves stratégiájának. 2002-ben ugyanis közreadták *A csernobili nukleáris baleset emberi következményei – a helyreállítás stratégiája* című tanulmányt.

A NAÜ a Fórum munkájának megalapozására tudósokból álló szakértői csoportot hozott létre a környezeti hatások összegezése céljából. A WHO ugyancsak szakértői csoportot alakított a három leginkább érintett országban bekövetkezett egészségügyi hatások elemzésére és a megvalósítandó egészségügyi ellátási programok kidolgozására. A kiadványban összefoglalt információk, valamint a két említett szakértői csoport teljes jelentése a NAÜ, a WHO, az UNSCEAR és számos más szakértő testület által végzett tudományos vizsgálatokon alapszik. Ezen túlmenően az UNDP a csernobili baleset társadalmi-gazdasági hatásainak elemzése

során kiemelkedő közgazdászok és politikai elemzők munkájára is épített, jórészt a fentebb említett 2002-es ENSZ-tanulmány alapján.

Előszó: a csernobili baleset

A csernobili atomerőmű reaktorát súlyosan megrongáló robbanás 1986. április 26-án következett be és a rákövetkező tűz tíz napon át tartott, amelynek során radioaktív anyagok óriási mennyisége került a külső környezetbe. A NAÜ úgy jellemezte az eseményt, mint „az emberi történelem legsúlyosabb nukleáris katasztrófáját”.

Az égő reaktorból kilépő csóva különböző radioaktív anyagokat, különösen jód és cézium izotópokat terített szét Európa nagy része felett. A jód-131, amely a legnagyobb mértékben emeli a pajzsmirigydózsist, rövid, 8 napos felezési ideje miatt néhány héten belül elbomlott. A radioaktív cézium-137 – ami a külső és a belső sugárterhelésben egyaránt szerepet játszik – felezési ideje sokkal hosszabb (30 év), és Európa sok részén még ma is mérhető a talajban és bizonyos élelmiszerekben (1. ábra). A legnagyobb koncentrációjú szennyeződés a volt Szovjetunióknak a reaktort körülvevő nagy kiterjedésű területein következett be, amelyek most Fehéroroszország, az Orosz Föderáció és Ukrajna részét alkotják.



1. ábra: A Cs-137 földfelszíni lerakódása Európa területén a csernobili baleset következtében (De Cort et al., 1998)

Az 1986-87 folyamán a baleset megfékezésében és a szennyeződés eltávolításában kezdetben a hadseregből, önkéntesekből, az erőmű dolgozóiból, a helyi rendőrség és tűzoltóság tagjaiból összetevődő, mintegy 200 000 főnyi katasztrófaelhárító és helyreállító munkás vett részt. Később a regisztrált „likvidátorok” létszáma 600 000 fölé emelkedett, jóllehet csupán kis részük volt kitéve veszélyes sugárzási szinteknek. A legmagasabb dózsist a baleset első napján a katasztrófaelhárító munkások és az erőmű telephelyén tartózkodó dolgozó, mintegy ezer ember kapta.

Hozzávetőleg ötmillió ember él Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna azon területein, amelyeken radioaktív Cs-137 szennyeződés meghaladta a 37 kBq m⁻²-t értéket. [A Becquerel (Bq) a radioaktivitás nemzetközi egysége, amely másodpercenként egy nukleáris bomlásnak felel meg.] Közülük mintegy 400 000 ember él olyan szennyezett területen, amelyet a szovjet hatóságok „szigorúan ellenőrzött” területekként kategorizáltak (ahol a radioaktív Cs-137 szennyeződés meghaladta az 555 kBq m⁻²-t). A csernobili atomerőművet körülvevő területről, melyet „elzárt zóná”-nak neveztek el, 1986 tavaszán és nyarán 116 000 személyt telepítettek ki nem szennyezett vidékekre. Sajnálatos módon az akkori Szovjetunióban a balesetről és az annak hatására bekövetkező radioaktív szennyeződésről kezdetben a lakosság nem kapott megbízható információt és a tájékoztatás még két évvel a balesetet követően sem volt kielégítő. A hiányos és késleltetett tájékoztatás nagymértékű bizalmatlanságot eredményezett, és emiatt sok betegséget tévesen a sugárterhelés számlájára írtak.

Egészségügyi következmények: a Fórum szakértői csoportjának jelentése

A szakértői csoport jelentése a csernobili baleset hatásával kapcsolatos öt legfontosabb, egészséggel összefüggő kérdésre válaszol.

Mennyi sugárzás érte a lakosságot a baleset hatására?

A csernobili baleset következtében a lakosság három kategóriáját érte sugárzás:

- katasztrófaelhárító és helyreállító munkásokat, akik a csernobili atomerőműnél dolgoztak a baleset után;
- a szennyezett területekről kitelepített lakosságot;
- a szennyezett területek ki nem telepített lakóit.

Eltekintve az atomreaktor telephelyén dolgozóktól, valamint azoktól a katasztrófaelhárító munkásoktól, akik a baleset idején és röviddel utána közel voltak a súlyosan sérült reaktorhoz, a helyreállításban közreműködő dolgozókat és a szennyezett területek lakosságát aránylag alacsony, a háttérsugárzási szinttel összemérhető egészségtest-sugárterhelés érte.

A reaktor dolgozóit és a katasztrófa elhárításában résztvevő munkások egy részét 1986. április 26-án erős külső gamma-sugárzás érte, ez a különböző becslések szerint 2–20 Gy dózist okozott. Hatására huszonnyolcan négy hónapon belül meghaltak a kapott sugárterheléstől és égési sérülésektől, 2004-ig további tizenkilenc személy hunyt el a fenti okok miatt. Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna állami nyilvántartása szerint a helyreállítási munkálatokban közreműködő munkások – akik rövidebb ideig dolgoztak a balesetet követő négy év során a helyszínen – átlagosan 100 mSv sugárdózist kaptak, de a maximális terhelés sem volt több 500 mSv-nél. (Az átlagos környezeti sugárzás 2-100 mSv.)

Az ionizáló sugárzás dózisa

Az ionizáló sugárzás (alfa-, béta-, gamma- és egyéb sugárzások) kölcsönhatása az élő anyaggal károsítja az emberi sejteket, bizonyos sejteket elpusztíthat, másokat pedig módosíthat. Az ionizáló sugárzás hatását az egységnyi tömeg által elnyelt energiával, vagyis az elnyelt dózissal mérik. Az elnyelt dózis egysége a *gray* (Gy), amelynek nagysága egy joule per kilogramm (J/kg).

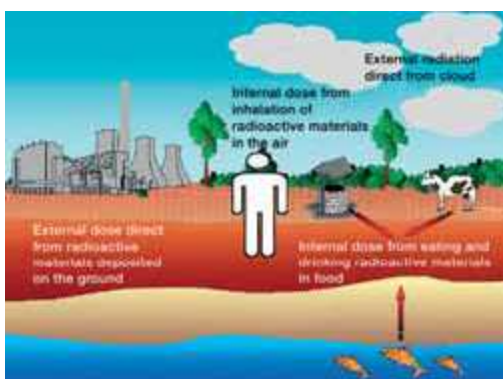
A csernobili baleset következtében számos szervet és szövetet ért sugárterhelés, használatos az *effektív dózis*, amely a sugárzások bármilyen kombinációjának általános egészségügyi kockázatával arányos. Az effektív dózis tekintetbe veszi mind az elnyelt energiát és a sugárzás típusát, mind pedig a különböző szervek és szövetek érzékenységét súlyos, sugárzás keltette rákos megbetegedések vagy genetikai effektusok kialakulása szempontjából. Ezen túlmenően egyaránt érvényes külső és belső sugárterhelésre, továbbá egyenletes vagy nem egyenletes besugárzásra. Az effektív dózis egysége a *sievert*. Egy sievert meglehetősen nagy dózis, így általában a *millisievert* vagy mSv (amely egy Sv ezredrésze) egységet használják a normál sugárterhelések értékelésére.

Az élő szervezetek folyamatosan ki vannak téve természeti forrásokból származó ionizáló sugárzásnak, amely magában foglalja a világűrből származó kozmikus sugárzást, és földi radioaktív izotópoktól (például a K-40, az U-238, aTh-232), valamint bomlási termékeik, köztük az Rn 222 (radon)) eredő sugárzást. Az UNSCEAR becslése szerint az embereket érő évi természetes háttérsugárzás nagysága átlagosan 2,4 mSv, tipikus tartománya pedig 1–10 mSv. A természetes sugárzásból származó élettartamdózisok így 100–700 mSv-re tehetők. Az embereket érő sugárdózisok alacsony szintűnek jellemezhetők, ha összevethetők a természetes háttérsugárzási szinttel, amely évente néhány mSv.

A csernobili baleseti területről kitelepítetteket ért sugárterhelési szintek meghatározása gondot okoz. A baleset után csak bizonyos idővel elérhető, valamennyi rendelkezésre álló információ gondos kiértékelésével átlagosan 17 mSv nagyságúra volt becsülhető az ukrán kitelepítetteket ért dózis, az egyéni terhelés pedig 0,1-től 380 mSv-ig szóródott. A Fehéroroszországból kitelepítettek átlagos dózisa 31 mSv volt, míg két faluban a mért legmagasabb átlagos dózis nagyjából 300 mSv volt.

A radioaktív jóddal szennyezett táplálék elfogyasztása Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna szennyezett területein élő emberek pajzsmirigyének jelentős sugárterhelését eredményezte. A pajzsmirigyet ért dózis széles tartományban változott az életkor, a talaj jód-131-gyel történő szennyezettsége, valamint a tejfogyasztás mértékének függvényében. A regisztrált egyéni pajzsmirigy dózisok körülbelül 50 Gy-ig terjedtek, az átlagos dózis a szennyezett területeken mintegy 0,03–0,3 Gy volt, az emberek korától és attól a területtől függően, ahol éltek. A csernobili erőmű közelében fekvő Pripjaty város lakosait érő pajzsmirigy dózisokat lényegesen csökkentette a stabil jódot tartalmazó tabletták időben történt kiosztása. A közvetlenül a baleset után szennyezett fűvet legelő tehénektől származó tej fogyasztása volt az egyik fő oka a gyerekeknél tapasztalt magas pajzsmirigy dózisoknak és annak, hogy később olyan sok gyerek betegedett meg pajzsmirigyrákban.

A balesetet követő közel húsz évben a lakosságot mind külső forrásból (a talajon lerakódott Cs-137 stb. hatására), mind pedig a táplálékkal, a vízzel és a levegővel bevitt radioaktív anyagok (főként Cs-137) hatására érte sugárterhelés (2. ábra).



2. ábra: Ezekon az utakon érte sugárzás az embert radioaktív anyagok környezeti kibocsátásából

Ábraszövegek:

- (1) Külső sugárzás közvetlenül a felhőkből
- (2) Belső dózis a levegőben található radioaktív anyagok belégzéséből
- (3) Külső dózis közvetlenül a talajra lerakódott radioaktív anyagokból
- (4) Belső dózis az elfogyasztott táplálékban lévő radioaktív anyagokból
- (5) Belső dózis tengeri pára és homok belégzéséből

A szennyezett területeken élő lakosságot ért, 1986–2005. év között felhalmozódott átlagos effektív dózis a becslések szerint 10 és 20 mSv között volt a különböző vidékeken. Egyeseket néhány száz mSv sugárterhelés ért, mások alacsonyabb dózisokat kaptak. Megjegyzendő, hogy a csernobili radioaktív csapadék által szennyezett területek lakosait érő átlagos dózis általában alacsonyabb, mint azoké az embereké, akik magas természetes háttérsugárzású területeken élnek Indiában, Iránban, Braziliában és Kínában. Ezeknek a területeknek egyes lakosait évi 25 mSv-et meghaladó sugárterhelés éri a lakóhelyük talajában található radioaktív anyagoktól, anélkül, hogy látható egészségkárosodást szenvednének.

A Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna szennyezett területein élő mintegy ötmillió lakos túlnyomó többségét jelenleg évi 1 mSv-nél (a lakosságra vonatkozó dózishatárnál) alacsonyabb effektív dózis éri a csernobili radioaktív csapadékból. A szennyezettebb területeken élő hozzávetőleg 100 000 lakost azonban még mindig évi 1 mSv-et meghaladó sugárterhelés éri. A sugárterhelési szintek jövőbeli csökkenése várhatóan elég kicsi, nagyjából évi 3-5% lesz, a balesetből eredő sugárterhelés nagy többsége már megtörtént.

A Csernobil Fórum értékelése egybehangzik az UNSCEAR 2000-es jelentésével, ami a három legsúlyosabban érintett ország: Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna lakosságát érő egyéni és kollektív dózisok nagyságát illeti.

Hányan haltak meg a baleset következtében, és hány további haláleset fog valószínűleg bekövetkezni?

A csernobili balesetnek tulajdonítható halálesetek száma kiemelkedő jelentőségű a közvélemény, a tudósok, a tömegtájékoztatás és a politikusok számára. Elhangzottak olyan állítások is, hogy több tízezer, sőt több százezer ember halt meg a baleset következtében. Ezek az állítások azonban eltúlzottak. Azoknak a katasztrófaelhárító munkásoknak és a legszennyezettebb területeken lakóknak a száma, akik a Csernobilból jövő sugárzás hatására halhattak meg vagy a jövőben várható a haláluk a becslések szerint hozzávetőleg 4000-re tehető. Ez magában foglalja azt a körülbelül 50 katasztrófaelhárító munkást, akik akut sugárzási szindrómában (ARS) haltak meg 1986-ban, illetve más okokból a rákövetkező években; továbbá a pajzsmirigyrákban meghalt 9 gyereket; valamint azt a mintegy 3940 embert, akik a sugárterhelésből származó rákban halhatnak meg a jövőben. Az utóbbi

számadat az 1986-87-től a szennyezett területeken dolgozó 200 000 katasztróaelhárító és helyreállító munkás, a 116 000 kitelepített, valamint a legszennyezettebb területek 270 000 lakójának köréből várható halálesetekre vonatkozik.

A Csernobil hatásával kapcsolatos zavar onnan ered, hogy az 1986-os évtől kezdve a katasztróaelhárító és helyreállítási munkálatokban résztvevő dolgozók, valamint a szennyezett területeken élő lakosok ezrei haltak meg különböző, nem a sugárzásnak tulajdonítható természetes okok miatt. A helyi lakosok hajlamosak a sugárterhelésnek tulajdonítani a rossz egészségi állapotukat és szinte valamennyi egészségügyi problémát, ezért szerintük a Csernobillal összefüggő halálesetek száma lényegesen magasabb.

Az ARS-nek tulajdonítható halálesetek száma a balesetet követő első évben jól dokumentált. Az UNSCEAR 2000-es jelentése szerint ARS-t eredetileg a 237 reaktor- és katasztróaelhárító munkásnál diagnosztizáltak, később azonban a részletes klinikai elemzések csak 134 személynél erősítették meg a diagnózist. Sok esetben az ARS-t a kiterjedt béta-sugárzásból származó égési sérülések és szepszis komplikálták. Ezen dolgozók közül 28-an haltak meg 1986-ban ARS következtében. További 19 személy halt meg 1987–2004 között különböző okok miatt. Lassú lefolyású, sugárzásokozta megbetegedés vezethetett néhány ARS-túlélő halálához a következő években. A csernobili radioaktív csapadék által érintett lakosság körében azonban a sugárdózis meglehetősen alacsony volt, és ezért körükben ARS, valamint ehhez kapcsolódó halálesetek nem fordultak elő.

Ezzel szemben az elmúlt 20 évben bekövetkezett, a balesetnek tulajdonítható halálesetek számát csak becsülni lehet, aminek meglehetősen nagy a bizonytalansága. Ennek a bizonytalanságnak az az oka, hogy azok az emberek, akiket további alacsony szintű sugárterhelés ért, ugyanazon okok hatására haláloznak el, mint a sugárzás által nem érintett személyek. Ezen túlmenően minden vizsgált csoportban, a katasztróaelhárító munkások és a helyi lakosok körében egyaránt a halálozások megnövekedése a kontrollcsoportokhoz viszonyítva statisztikailag inszignifikáns, vagy rendkívül alacsony volt. A jövőbeli várható elhalálozásokra vonatkozó becsléseket még bizonytalanabbak, mivel ezeket más lényeges zavaró tényezők is befolyásolják. A valóságban a baleset által okozott tényleges halálesetek számát aligha fogjuk valaha is pontosan megtudni.

Az ARS-elhalálozásokon túlmenően különböző országok szakértői intenzíven vizsgálták a katasztrófaelhárító és helyreállítási munkálatokban résztvevő dolgozók, valamint a Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna szennyezett területein élő lakosok körében bekövetkező elhalálozásokat. Az 1986 óta a lakosság körében végzett direkt sugárzás-epidemiológiai vizsgálatok szerint mindeddig nem volt jele az elhalálozás sugárzás okozta megnövekedésének, konkrétan: nem tapasztalták sem a leukémia és a daganatos megbetegedések (nem számítva a gyerekek pajzsmirigyrákját) által okozott, sem a nem-rák betegségek által előidézett halálesetek számának spontán szint feletti mértékét. A három érintett országban a gyermekek és serdülőkorúak pajzsmirigyrákja által okozott dokumentált halálesetek száma jelenleg kilenc.

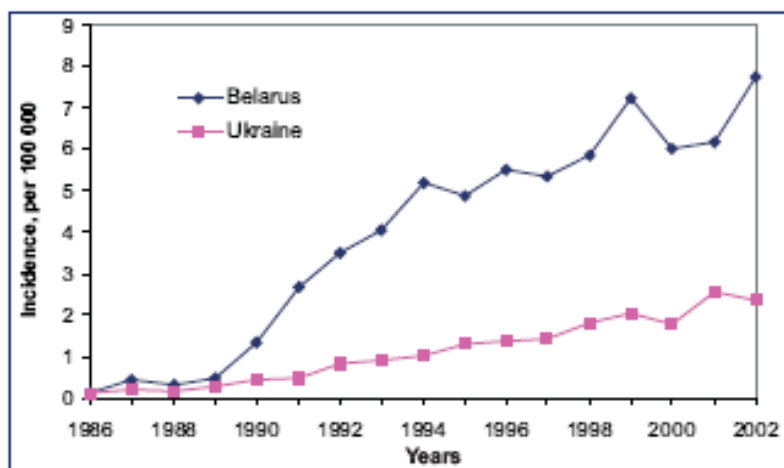
Az orosz katasztrófaelhárító és helyreállító munkások körében, a sugárzás következtében észrevehetően megnövekedett a leukémia, a daganatos betegségek, valamint a keringési rendszer betegségeinek száma és ennek következtében a halálozások száma is. Az oroszországi nyilvántartás adatai szerint 1991–1998 között a vizsgált populációban, az átlagosan 107 mSv sugárdózissal terhelt 61 000 orosz munkás körében bekövetkezett halálesetek mintegy 5%-át okozhatták a sugárzás által előidézett betegségek. A sugárzásnak tulajdonítható halálesetek abszolút száma, amelyek a daganatos megbetegedések, a keringési rendszer betegségei és a leukémia hatására következtek be, becslések szerint 230-ra tehető.

Milyen betegségek következtek be vagy várhatóak a jövőben a csernobili sugárterhelés hatására?

Pajzsmirigyrák gyerekeknél

A csernobili baleset során a környezetbe jutott egyik fő radioaktív anyag a jód-131 volt. Normál anyagcsere mellett a pajzsmirigy felhalmozza a jódot a véráramból. A radioaktív csapadékban található jód a helyi lakosoknál a pajzsmirigy jelentős mértékű sugárterheléséhez vezetett, a belégzés, továbbá a szennyezett élelmiszerek, különösen tej fogyasztása következtében. A pajzsmirigy egyike a sugárzás okozta rákos megbetegedésre érzékeny szerveknek. A tapasztalatok szerint a gyerekek alkották a legsebezhetőbb populációt, és a baleset után a gyermekkorban elszenvedett sugárterhelés okozta pajzsmirigyrák jelentős növekedését regisztrálták.

1992 és 2000 között Fehéroroszországban, Oroszországban és Ukrajnában nagyjából 4000 pajzsmirigyrákos esetet diagnosztizáltak azon személyek körében, akik a baleset idején gyerekek és serdülők (0–18 éves korosztály) voltak, közülük mintegy 3000 a 0–14 éves korcsoportba tartozott (3. ábra).



3. ábra: A csernobili baleset okozta I-131-sugárterhelés hatására bekövetkező pajzsmirigyrák előfordulása gyerekeknél és serdülőknél (Jacob et al., 2005).

Az 1986–2002 között Fehéroroszországban diagnosztizált és kezelt 1152 pajzsmirigyrákos esetenél a túlélési arány 98,8% volt. Nyolc beteg (0,7%) halt meg a pajzsmirigyrákban, hat gyermek (0,5%!) pedig más okok miatt. Oroszországban egy pajzsmirigyrákos beteg halt meg. Tekintetbe véve a pajzsmirigyrák különös kockázatát gyerekeknél és serdülőknél, valamint a szóban forgó populációt érő magas dózist, alapos okkal állíthatjuk, hogy a pajzsmirigyrák előfordulásainak túlnyomó része a sugárzásnak tulajdonítható.

Leukémia, a daganatos megbetegedések és keringési betegségek

Bizonyított, hogy az ionizáló sugárzás bizonyos típusú rákok, vagyis a leukémia és más daganatos betegségek kialakulásához vezethet. (Eltekintve a CLL³-tól, a krónikus limfoid leukémiától, amelyről úgy vélik, hogy nem a sugárterhelés okozza). Különböző populációk – például a Hirosimát és Nagaszakit ért atombomba-támadás vagy nukleáris balesetek következtében, vagy valamilyen betegség diagnosztizálásának, illetve kezelésének részeként károsodottak – magas sugárterhelését kapcsolják össze a rákos megbetegedések és az ezzel összefüggő halálozás megnövekedésével. Újabbán a szív- és érrendszeri megbetegedések

magasabb sugárdózis hatására bekövetkező későbbi előfordulásának csekély megnövekedését is megfigyelték egyes vizsgált csoportokban.

Az embereket ért dózisek különbözősége miatt a csernobili sugárterhelés okozta *leukémia* fokozott kockázata nyilvánvalóvá válhat a magasabb dózist kapott katasztrófaelhárító és helyreállító munkások között, a lakosság körében azonban ez meglehetősen valószínűtlen.

A legújabb vizsgálatok azt jelzik, hogy a nem-CLL³ típusú leukémia előfordulása 1986 és 1996 között a kétszeresére nőtt azoknak az orosz katasztrófaelhárító és helyreállító munkásoknak a körében, akiket 150 mGy feletti sugárterhelés ért (külső dózis). A munkások folyamatos vizsgálata további információval szolgálhat a leukémia esetleges fokozott kockázatáról. Mivel a sugárzás által előidézett leukémia kockázata évtizedekkel a sugárterhelés után csökken, a megbetegedéshez és a halálhoz való hozzájárulása az idő múlásával valószínűleg veszít jelentőségéből.

A csernobili balesetet követően számos vizsgálatra került sor a leukémiás megbetegedésekkel kapcsolatban a három érintett ország radioaktív anyagokkal szennyezett területeinek lakossága körében. Nincs meggyőző bizonyíték arra, hogy a leukémia előfordulása megnövekedett volna a gyermekek és a felnőttek körében Oroszország és Ukrajna sugárterhelést szenvedett területén.

A jelek szerint az utóbbi időben valamelyest nőtt az orosz katasztrófaelhárító és helyreállító munkásoknál a *daganatos megbetegedések és esetleg a keringési rendszer betegségeinek* előfordulása és az ezekből következő halálesetek száma. A keringési rendszer betegségeinek előfordulását azonban fokozott óvatossággal kell kezelni, a különböző zavaró tényezők, így a stressz és az egészségtelen életmód esetleges közvetett befolyása miatt.

A lakosságot ért átlagosan alacsony dózis miatt azonban továbbra sincs bizonyíték arra, hogy a csernobili sugárterhelés mérhető hatást gyakorolt volna a daganatos megbetegedések előfordulási gyakoriságára, kivéve a gyermekkori pajzsmirigyrákot, mert a szennyezett területeken a gyermekek pajzsmirigyét magasabb sugárdózis érte.

A hosszú távú (például az atombomba-túlélők körében végzett) epidemiológiai vizsgálatokból jól ismert tény, hogy a sugárzás által okozott rákos megbetegedésekből származó

megemelkedett halálozási szám évtizedekkel a sugárterhelés után is megmarad, egy nagyjából tízéves lappangási időszakot követően. Ennél fogva továbbra is fenn kell tartani a magas sugárterhelésnek kitett csernobili dolgozók orvosi ellátását és éves vizsgálatát.

Szürke hályog

A gyermekek, valamint a katasztrófaelhárító és helyreállító munkálatokban résztvevő dolgozók szemvizsgálata világosan mutatja, hogy a csernobili balesetből származó sugárterhelés hatására szürke hályog alakulhat ki. A katasztrófaelhárító és helyreállító munkásokon végzett vizsgálatok adatai arra engednek következtetni, hogy a korábban tapasztaltnál valamivel alacsonyabb, akár 250 mGy nagyságú sugárterhelés hatására is keletkezhet szürke hályog.

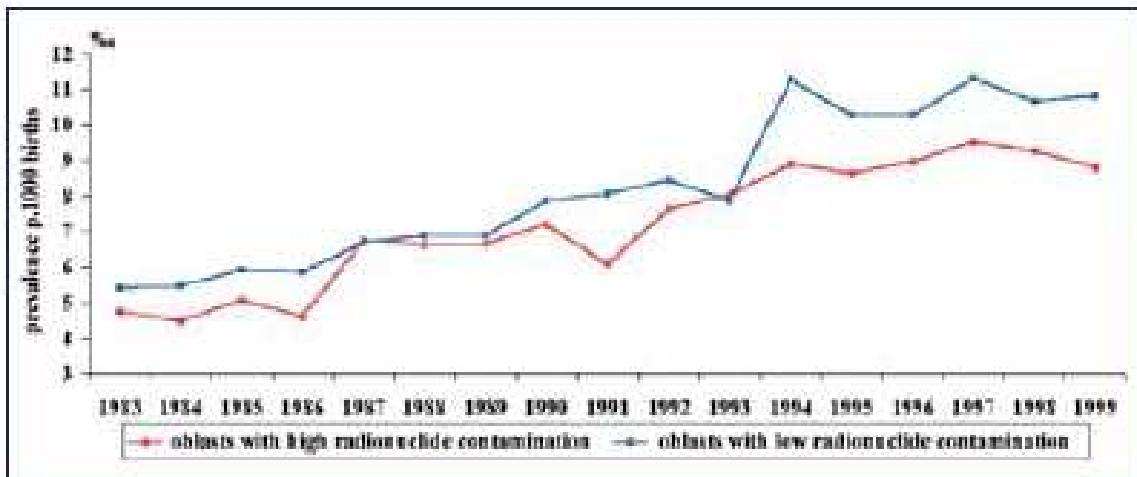
A baleset által érintetteken végzett további szem-utóvizsgálatok növelik annak lehetőségét, hogy előre jelezzék a sugárzás által okozott szürke hályog bekövetkezésének valószínűségét, és, ami még fontosabb, biztosítják a szükséges adatokat az ennek hatására keletkező látási rendellenességek valószínűségének megbecslésére.

Vannak-e vagy várhatóak-e öröklődő vagy reprodukív hatások?

Tekintettel arra a viszonylag alacsony sugárterhelésre, amely a Csernobil által érintett területek lakosságát érte, nincs bizonyítva és nem is tapasztaltak csökkent termékenységet férfiak vagy nők között a sugárterhelés közvetlen eredményeképpen. Valószínűtlen, hogy ezek a dózisok hatást gyakoroltak volna a koraszülések számára, a terhességek rendellenes kifejlődésére, szülési komplikációkra vagy a születendő gyermekek általános egészségi állapotára.

A születési arány alacsonyabb lehet, mert a szennyezett területeken fokozottabban aggódnak a gyermekvállalás miatt, és mert ennek reális értékelését zavarja a művi abortuszok magas aránya. Az UNSCEAR 2001-es jelentése, valamint a Csernobil egészségügyi hatásaival foglalkozó korábbi jelentések által becsült alacsony kockázati együtthatók alapján nem lehet számítani a sugárzásokozta örökletes effektusok érzékelhető megnövekedésére. 2000 óta nem merült fel új bizonyíték, amely megváltoztatta volna ezt a következtetést.

1986 óta Fehéroroszország szennyezett és nem szennyezett területein egyaránt szerény, de állandó növekedés mutatkozott a bejelentett veleszületett rendellenességek terén (4. ábra). Ez azonban úgy tűnik, hogy nem függ össze a sugárzással, hanem valószínűleg a pontosabb regisztrálás eredménye.



4. ábra: A veleszületett rendellenességek elterjedtsége Fehéroroszország négy területén, ahol magas(--), illetve alacsony(--) a radioaktív szennyezettség (Lazjuk et al., 1999).

A gyors áttelepítés, a társadalmi kapcsolatok megszakadása sok embert traumatizált, akik félnek és szoronganak amiatt, hogy milyen egészségügyi hatások érhetik őket. Vannak-e tartósan fennmaradó pszichológiai vagy mentális problémák?

Minden baleset vagy traumatikus esemény okozhat stressz tüneteket, depressziót, szorongást (beleértve a poszt-traumatikus stressz tüneteket), továbbá orvosilag nem magyarázható fizikai tüneteket is. Ilyen eseteket is jelentettek a csernobili sugárterhelést szenvedett népcsoportból. Három vizsgálat úgy találta, hogy ennek a népcsoportnak a szorongási szintje kétszeresen haladja meg a kontrollcsoportokét. Ebben a körben 3-4-szer valószínűbb, hogy többszörösen megmagyarázatlan fizikai tünetekről és egyénileg gyenge egészségi állapotról számolnak be, mint a sugárzás által nem érintett kontrollcsoportokban.

Általában, jóllehet a baleset után tapasztalt pszichológiai következmények hasonlóak az atombomba-túlélők, a Three Mile Island-i atomerőmű-baleset közelében élő lakosoknál mutatkozó hatásokhoz, valamint azok reakcióihoz, akiket valamilyen mérgezés ért munkájuk során vagy a természeti környezetben, a tapasztalt tények értelmezését mégis megnehezítik a

csernobili baleset különleges körülményei, az események bonyolult láncolata, a sokfajta szélsőséges stressz helyzet, valamint a szorongás kifejezésének kultúraspecifikus módja.

Ezen túlmenően az érintetteket hivatalosan a „csernobili áldozatok” -nak nevezik, így ezek a személyek gyakran tartják magukat rokkantaknak. Ismeretes, hogy ha egy helyzetet valóságosnak képzelnek, akkor az következményeiben valóságos is. Az érintett egyének tehát – ahelyett, hogy „túlélőknek” tekintenék magukat – arra kaptak ösztönzést, hogy támasz nélkülinek és gyengének képzeljék magukat, akik nem képesek saját kezükbe venni jövőjük alakítását.

Megújuló kockázat-kommunikációra van szükség. Erőfeszítéseket kell tenni annak érdekében, hogy a katasztrófa egészségügyi és mentális következményeiről pontos információkat kapjon a közvélemény és minden kulcsfontosságú szakember.

Csernobil öröksége: környezeti következmények

(A Fórum szakértői csoportjának jelentése)

A környezeti következményekkel foglalkozó Szakértői Csoport jelentése tartalmazza a radioaktív anyagok kikerülésének, lerakódásának, átvitelének és biológiai felhalmozódásának leírását, az óvintézkedések alkalmazásának kérdését, továbbá azt is, hogy milyen hatást gyakorolt a sugárzás a növényekre és állatokra. Foglalkozik továbbá a szarkofág lebontásának kérdésével, valamint a csernobili elzárt zónában lévő radioaktív hulladékok kezelésével.

Radioaktív anyagok kikerülése és lerakódása

A csernobili atomerőmű 4. blokkjából, az 1986. április 26-i robbanást követően tíz napon át nagy mennyiségű radioaktív anyag (gázok, kondenzált aeroszolok, továbbá jelentős mennyiségű üzemanyag-részecske) került a környezetbe. A radioaktív anyagok teljes kibocsátásának mennyisége elérte a 14 EBq-et (1 EBq = 10^{18} Bq [Becquerel]), ezen belül 1,3 EBq volt a jód-131; 0,085 EBq a Cs-137 0,01 EBq a Sr-90 és 0,003 EBq a plutónium radioizotóp mennyisége. A nemesgázok a teljes kibocsátás kb. 50 %-át tették ki.

Európa területén több mint 200 000 négyzetkilométer szennyeződött 37 kBq m^{-2} szintet meghaladó mértékben. Ennek a területnek több mint 70%-a a három legsúlyosabban érintett államban, Fehéroroszországban, Oroszországban és Ukrajnában található. A lerakódás mértéke rendkívül változó, azokon a területeken volt a legerősebb, ahol a szennyezett légtömegek átvonulása idején esett az eső. A nagyobb részecske-méretű stroncium és a plutónium radioizotópok legnagyobb része a felrobbant reaktor 100 kilométeres környezetében rakódott le.

A legfontosabb radioaktív anyagok közül soknak rövid a felezési ideje. Ezért a baleset következtében kikerült radioaktív anyag túlnyomó része már elbomlott. Közvetlenül a baleset után a radioaktív jód kikerülése okozott súlyos aggodalmat. Az elkövetkező évtizedekben a – Cs-137 szennyeződés lesz a legnagyobb jelentőségű, ezt követi a Sr-90. Hosszú távon (több száz, sőt több ezer éves távlatban) a radioaktív-szennyeződés leginkább figyelmet érdemlő részét a plutónium izotópok és az amerícium-241 fogja alkotni.

Milyen mértékű a városi szennyeződés?

A városi területek nyílt felületei, így a pázsitok, parkok, utcák, utak, terek, továbbá az épületek tetőzete és falai szennyeződtek a legerősebben. Száraz időben a fák, bokrok, pázsitok és tetők voltak szennyezettebbek, csapadékos időben viszont a vízszintes felületek, tehát a termőföldek és füves térségek kapták a legmagasabb kezdeti szennyezést. Fokozott Cs-137 szennyezést találtak a házak körül, ahol az eső a tetőről vitt radioaktív anyagokat a talajra.

A balesethez legközelebbi városban, Pripjatyban és a körülötte fekvő településeken kezdetben az ún. városi lerakódás nagymértékben megnövelte volna a lakosság külső sugárterhelését. Ezt azonban jelentős mértékben sikerült elkerülni a lakosság időben történő evakuálásával. A balesetet követő években, egészen napjainkig a radioaktív anyagok lerakódása más városi területeken különböző szintű sugárterhelést okozott az embereknek.

A lakott és az üdülőterületeken 1986-ban és azt követően a szél, az eső és az emberi tevékenység (a közlekedés, az utcák mosása és feltakarítása) következtében jelentősen csökkent a radioaktív anyagokkal való felületi szennyeződés. Ez azonban a csatornarendszer és a szennyvíztárolók másodlagos szennyeződését okozta.

Jelenleg a Csernobil következtében radioaktív szennyeződésnek kitett települések túlnyomó többségében a szilárd felületek feletti levegőben mérhető dózisintenzitás visszatért a balesetet megelőző háttérsugárzási szintekre. Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna egyes településein a megműveletlen földfelületek (kertek, konyhakertek, parkok) felett a levegőben mért dózisintenzitás azonban továbbra is magasabb.

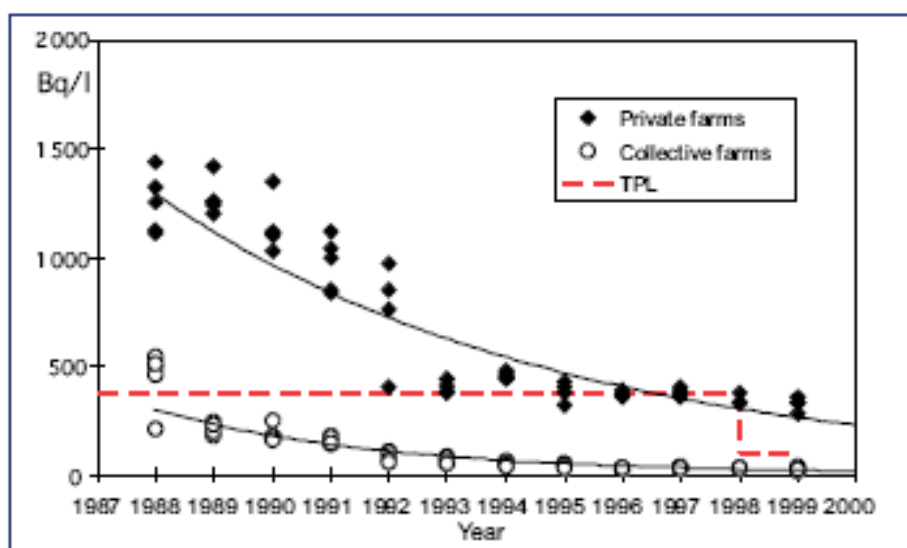
Mennyire szennyezettek a mezőgazdasági területek?

A balesetet követő első hónapokban a mezőgazdasági növények és a növényevő állatok szennyezettségét elsősorban a felületeken lerakódó radioaktív anyagok okozták. A radioaktív jódt lerakódása keltette kezdetben a legnagyobb aggodalmat, a probléma azonban a balesetet követő első két hónapra volt jellemző, a legjelentősebb izotóp, az I-131 gyors elbomlása miatt.

A radioaktív jód gyorsan és nagymértékben jelent meg a tejben, ami jelentős pajzsmirigydózisokat okozott a tejfogyasztó embereknél, különösen a gyerekeknél Fehéroroszországban, Oroszországban és Ukrajnában. Európa más részein, néhány szennyezett déli területen, ahol a tejelő állatokat már a szabad ég alatt tartották, a radioaktív jód megnövekedett szintjét mérték a tejben.

A közvetlen szennyeződés korai szakaszát követően a radioaktív anyagok felvétele a talajból a növények gyökerein keresztül vált egyre jelentősebbé. A cézium radioaktív izotópjai (Cs-137 és Cs-134) okozták a legnagyobb problémát. A Cs-134 izotóp (melynek felezési ideje 2,1 év), az 1990-es évek közepére elbomlott, a hosszabb élettartamú Cs-137 izotóp viszont még a nagymértékben szennyezett területekről származó mezőgazdasági termékekben jelen van, ezért továbbra is szükség lehet a környezet helyreállítására. A reaktorhoz közeli területeken a Sr-90 is problémákat okozhat, nagyobb távolságokban azonban a kiülepedés szintje csekély. Más radioaktív anyagok, így a plutónium izotópok és az Am-241 nem okoztak valóságos gondot a mezőgazdaságban – egyrészt, mert alacsony volt a kiülepedés, másrészt, mert a növények gyökérzete nehezen képes felszívni őket.

Általánosságban, a lerakódás utáni első években a belterjes mezőgazdasági rendszerekben a várhatónál jelentősen kisebb volt a radioaktív anyagok átvitele a növényzetbe és az állatokba elsősorban az időjárási jelenségek, a fizikai elbomlás, a radioaktív anyagok talajba történő levándorlása, továbbá a termőtalajban való biológiai elérhetőség csökkenése folytán (5. ábra). Az utóbbi évtizedben azonban a további csökkenés már csekély mértékű volt, mindössze évi 3-7 százalékot tett ki.



5. ábra: A Cs-137-aktivitás koncentrációjának csökkenése az Ukrajna Rovno régiójának magán(♦)-, illetve a kollektív(○) gazdaságaiban termelt tejben, az átmenetileg megengedett szinttel (TPL) összehasonlítva.

Az élelmiszerek radiocézium-tartalmát nem csupán a lerakódási szint befolyásolta, hanem az ökoszisztéma és a talaj típusa is, valamint az alkalmazott élelmiszer-kezelési gyakorlatok. Azokon a területeken, ahol külterjes mezőgazdasági tevékenység folyik, ahol magas a talaj szervesanyag-tartalma, ahol az állatok szántás és műtrágyázás nélküli feljavítatlan területeken legelnek, még mindig akadnak problémák. Ezek különösen az egykori Szovjetunió vidéki területeinek lakosait sújtják, akik általában saját szükségletükre termelő parasztok, saját tejelő tehenekkel.

Hosszú távon a tejben és a húsban előforduló Cs-137 és kisebb mértékben a növényi táplálékokban és a takarmányban meglévő Cs-137 okozza az emberek belső sugárterhelését. Mivel az elmúlt évtizedben a Cs-137 aktivitáskoncentrációja mind a növényi, mind az állati eredetű táplálékban rendkívül lassan csökkent, az elkövetkező évtizedekben is a Cs-137 lesz a domináns tényező a belső sugárterhelésben. Más hosszú élettartamú radioaktív izotópok (Sr- 90, a plutónium izotópok és az Am-241) fontossága a humán dózis tekintetében továbbra is jelentéktelen marad.

Jelenleg a Cs-137 aktivitáskoncentrációja a csernobili radioaktív csapadék által érintett területek mezőgazdasági termékeiben általában alatta van a nemzeti és a nemzetközi beavatkozási szinteknek. Egyes területeken, amelyek nagymértékben szennyeződtek (Gomel és Mogiljov régiók bizonyos részei Fehéroroszországban, továbbá Brjanszk régió Oroszországban), vagy ahol gyenge a talaj szervesanyag-tartalma (Zsitomir és Rovno régiók Ukrajnában), a tejet még mindig olyan Cs-137 aktivitáskoncentrációval állíthatják csak elő, amely meghaladja a kilogrammonként 100 Bq nemzeti beavatkozási határértéket. Ezeken a területeken továbbra is indokolt a környezeti helyreállítás.

Milyen mértékű az erdők szennyeződése?

A balesetet követően az erdős és hegyes területek növényzete és állatvilága különösen magas radiocézium-felvételt mutatott. A legmagasabb regisztrált Cs-137-szintet erdei eredetű élelmiszerekben találták. Ennek oka az erdők ökoszisztémájára jellemző körforgás.

Különösen magas Cs-137 aktivitáskoncentrációt találtak gombákban, erdei bogyókban, továbbá vadakban, és ezek a magas szintek két évtizeden keresztül makacsul fennmaradtak. Ennélfogva, miközben a mezőgazdasági termékekből az embert érő dózis nagysága általánosságban csökkenést mutat, az erdei eredetű élelmiszertermékek szennyezettségének magas szintje sok országban továbbra is meghaladja a beavatkozási szintet. Fehéroroszország és Oroszország egyes területein a Cs-137-tartalmú erdei élelmiszerek fogyasztása adja az emberi belső dózisterhelés túlnyomó részét. Ez várhatóan még évtizedeken keresztül így marad.

Ily módon a népesség radiológiai terhelésében az idő múlásával több országban nőtt az erdők relatíve fontos szerepe. Az erdei eredetű élelmiszertermékek szennyezettségének lassú, hosszú távú csökkenését elsősorban a Cs-137 talajba történő levándorlása és fizikai elbomlása okozhatja a jövőben.

Európa északi-sarkköri és szubarktikus területein is bebizonyosodott, hogy a zuzmó - rénszarvashús - ember táplálékláncon keresztül nagymennyiségű radioaktív cézium jut az emberi szervezetbe, és ez újra és újra demonstrálta a csernobili baleset hatásait: a rénszarvashús nagymértékben szennyeződött Finnországban, Norvégiában, Oroszországban és Svédországban, és jelentős problémákat okozott az őslakos szami népnek.

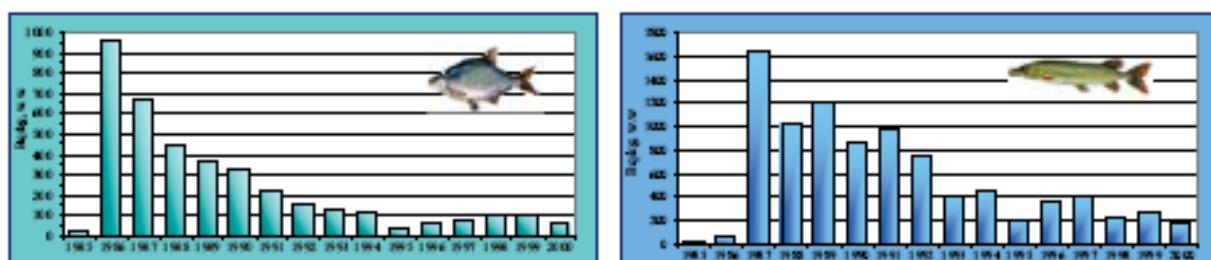
Mennyire szennyezettek a vízrendszerek?

A csernobili balesetből származó radioaktivitás elszennyezte a reaktor telephelyéhez közeli területek és Európa sok más részének felszíni vízrendszereit. A kezdeti szennyeződést az okozta, hogy a radioaktív anyagok közvetlenül lerakódtak a folyók és tavak felszínére, ebben rövid élettartamú izotópok (főként az I-131) játszottak domináns szerepet. A balesetet követő első néhány hétben különös aggodalomra adott okot a kijevi víztároló ivóvizének magas aktivitáskoncentrációja.

A radioaktív csapadék lehullását követő hetekben a víztömegek szennyezettsége gyorsan csökkent a felhígulás és a fizikai elbomlás hatására, továbbá azért, mert a radioaktív anyagokat a mederiszap is elnyelte. A medrek üledékes talaja hosszú távon fontos szerepet játszik a radioaktív anyagok elnyelésében.

A radioaktív jód kezdetben gyorsan bejutott a halakba, az aktivitáskoncentráció azonban gyorsan csökkent, elsősorban a fizikai elbomlás miatt. A radioaktív cézium biológiai felhalmozódása viszont a vízi táplálékláncban jelentős aktivitáskoncentrációt idézett elő a halakban a legsúlyosabban érintett területeken, továbbá távoli vidékeken, így Skandinávia és Németország egyes tavaiiban is. A Sr-90 a kisebb mértékű *kihullás* és a halakban történő kisebb biológiai felhalmozódás miatt szerényebb mértékben emelte az emberekbe jutó dózist, mint a cézium, annál is inkább, mivel a Sr-90 elsősorban a csontozatban halmozódik fel, nem pedig az ehető izomzatban.

A szennyezett talajban lévő Cs-137 és a Sr-90 kimosódásából eredő másodlagos szennyeződés máig folytatódik (bár sokkal alacsonyabb szinten). Jelenleg mind a felszíni vizek, mind a halállomány aktivitáskoncentrációja alacsony (6. ábra). Ennélfogva a felszíni vizekkel történő öntözés nem tekinthető kockázatosnak.



6. ábra: Átlagos Cs-137-aktivitáskoncentráció a kijevei víztároló halaiba. (Nehézfém szennyezettségi hisztogram nem ragadozó (keszeg, bal oldali) és ragadozó (csuka, jobb oldali) halakra) (UHMI, 2004).

Miközben a folyók, nyílt tavak és víztárolók vizeinek és halainak Cs-137- és Sr-90 szintjei jelenleg már alacsonyak, egyes lefolyás nélküli „zárt” tavakban Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna területén mind a víz, mind a halállomány még évtizedekig

szennyezett marad Cs-137-tel. Például az oroszországi Kozsanovszkoje-tó mellett élőknél a halfogyasztás okozta a teljes Cs-137-bevitelt.

Mivel a Fekete-tenger és a Balti-tenger nagy távolságra van Csernobiltól, továbbá ezekben a vízrendszerekben gyorsabb a felhígulás, ezért a tengervíz aktivitáskoncentrációja sokkal alacsonyabb volt, mint az édesvizeké. A víz alacsony radioaktivitás szintje, továbbá a radioaktív céziumnak a tengeri élővilágban történő kismértékű biológiai felhalmozódása miatt a tengeri halakban lévő Cs-137mennyisége nem ad okot aggodalomra.

Milyen környezeti óvintézkedéseket és helyreállítási intézkedéseket fogantatosítottak?

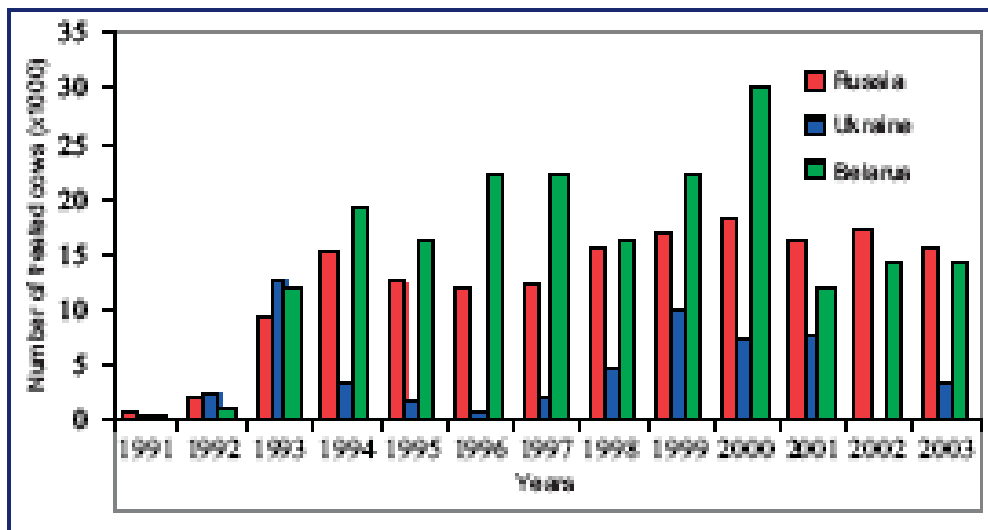
A szovjet hatóságok, majd a későbbiekben a Független Államok Közösségének (FÁK) hatóságai rövid és hosszú távú környezeti óvintézkedések széles körét vezették be a baleset negatív következményeinek enyhítésére. Az óvintézkedésekhez hatalmas emberi, pénzügyi és tudományos erőforrásokat vettek igénybe.

A Szovjetunió szennyezett településeinek megtisztítása a csernobili balesetet követő első években – amikor azt megfelelő helyreállítási felmérés előzte meg – sikeres volt. Csökkent a külső dózis. A szennyezés eltávolítása azonban újabb problémát vetett fel, mert a folyamat során keletkező nagymennyiségű alacsony szintű radioaktív hulladékot el kellett helyezni. A feltakarított földdaraboknak a környező területekről származó radioaktív anyagokkal való másodlagos szennyeződése nem volt megfigyelhető.

A korai szakaszban a leghatékonyabb mezőgazdasági óvintézkedés az volt, hogy az állatokat távol tartották a szennyezett legelőkről, továbbá figyelték a tej radioaktivitását, és a határértékek feletti termékeket kizárták az emberi táplálkozásból. Néhány érintett országban az állatokat „tisztá” takarmánnyal etették. Mivel időben nem állt rendelkezésre megfelelő információ a balesetről és a szükséges óvintézkedésekről – különösen a magángazdák esetében – a radioaktív jód bejutott a tejbe.

A legnagyobb hosszú távú probléma a tej és a hús radioaktív céziummal való szennyeződése. A Szovjetunióban és később a FÁK országaiban ezt a problémát a takarmánytermesztéshez használt földek kezelésével, tiszta takarmányozással és állatoknak adott Cs-megkötők, például

a porosz vagy berlini kék (7. ábra) alkalmazásával igyekeztek megoldani, ami lehetővé tette a legtöbb mezőgazdálkodási gyakorlat folytatását az érintett területeken, és nagymértékű dóziscsökkenést eredményezett.



7. ábra: A berlini kék használatának időbeli változása az érintett FÁK-országokban (IAEA, 2005)

Az 1990-es évek közepére a gazdasági problémák miatt a mezőgazdasági óvintézkedések alkalmazása az érintett FÁK-országokban jelentősen visszaesett. Rövidtávon ez a növényi és állati eredetű mezőgazdasági termékek radioaktív izotóp-tartalmának növekedését idézte elő.

Nyugat-Európában, az érintett külterjes mezőgazdasági rendszerek magas és hosszantartó radiocézium-felvétele miatt egy sor óvintézkedést még mindig alkalmaznak a hegyvidéki és erdős területekről származó állati termékeknél.

A Szovjetunióban és később az érintett FÁK-országokban, valamint Skandináviában az erdőkkel kapcsolatos következő széleskörűen alkalmazott korlátozások csökkentették a radioaktív szennyezettségű erdős területeken élő emberek sugárdózisát, és az erdei termékek fogyasztásának tulajdonítható sugárterhelést:

- a külső terhelés elleni óvintézkedésként korlátozták a lakosság és az erdőgazdasági dolgozók jelenlétét az erdős területeken;
- erdei termékek, például vadon élő állatok, bogyók és gombák gyűjtésének és lakossági fogyasztásának korlátozása hozzájárult a belső dózis csökkentéséhez. A FÁK-

országokban a gomba sok helyen az étrend alapvető része, ennél fogva ez a korlátozás különösen fontos volt;

- a tűzifa lakossági gyűjtésének korlátozása hozzájárult a lakások és a kertek sugárterhelésének megelőzéséhez, ami a radioaktívan szennyezett fa elégetésekor és a hamu lerakásakor vagy műtrágyaként való felhasználásakor keletkezett volna;
- a vadászati gyakorlat megváltoztatása a szezonálisan magas radioaktív céziummal szennyezett hús fogyasztásának elkerülésére.

Számos óvintézkedés, melyeket a balesetet követő hónapokban és években fogantatosítottak a vízrendszerek védelmére, hogy megakadályozzák a radioaktivitásnak a szennyezett talajból történő átkerülését, általában nagyon drága volt és hatástalan maradt. A leghatékonyabb óvintézkedés az ivóvíz korai korlátozása, valamint az alternatív ellátásra történő átállítása volt. Skandináviában és Németországban az édesvízi halak fogyasztásának korlátozása ugyancsak hatékonynak bizonyult, de Fehéroroszországban, Oroszországban és Ukrajnában az ilyen korlátozásokat nem mindig tartották be.

Milyen hatása volt a sugárzásnak a növényekre és az állatokra?

A baleset folytán kiszabaduló radioaktív anyagok keltette sugárzás sokfajta akut káros hatással volt a növényekre és az állatokra a magas sugárterhelésnek kitett területeken, vagyis a kibocsátási pont hozzávetőleg 20-30 kilométeres körzetében. Az elzárt zónán kívül növényeken és állatokon nem regisztráltak sugárzás által előidézett akut hatásokat.

A természeti környezet válaszát a balesetre a dózis és a különböző növények és állatok sugárérzékenységének komplex kölcsönhatása határozta meg. Sugárzás okozta sejtpusztulások által keltett individuális és populációs hatásokat egyaránt megfigyeltek az elzárt zóna élővilágában:

- toboztermő növények, talajban élő gerinctelenek és emlősök fokozott pusztulása; továbbá
- reprodukív veszteségek növényekben és állatokban.

Nem regisztráltak káros sugárzás keltette hatásokat az olyan növényekben és állatokban, melyek 0,3 Gy-nél csekélyebb kumulatív sugárterhelésnek voltak kitéve a balesetet követő első hónapokban.

A radioaktív izotópok elbomlása és migrációja következtében csökkentek a sugárzási szintek, ennek következtében a biológiai populációk magukhoz tértek az akut sugárzási hatásokból. Gyorsan, már a baleset utáni első termőévadban a növényi és állati populációk életképessége lényegében helyrebillent a reprodukció és a kevésbé érintett területekről történő immigráció együttes hatására. Ahhoz, hogy a növények és állatok a nagyarányú sugárzás keltette káros hatásoktól megszabaduljanak, néhány évre volt szükség.

A csernobili balesetet követő első néhány évben az elzárt zónában élő állatoknál és növényeknél mind a szomatikus, mind a csírasejtekben megfigyelhető volt a sugárzás genetikai hatása. Az elzárt zónában és azon túl is regisztráltak növényeken és állatokon végzett kísérleti vizsgálatok során a sugárzásnak tulajdonítható citogenetikai rendellenességeket. Az nem ismeretes, hogy a szomatikus sejtekben megfigyelt sejtképződési rendellenességeknek van-e valamilyen ártalmas biológiai jelentősége.

Az elzárt zóna érintett élővilágának magához térését elősegítette az ott folytatott emberi tevékenységek leállítás, például a mezőgazdasági és ipari tevékenységek beszüntetése. Ennek eredményeképpen sok növényi és állati populáció végül még ki is bővült, és a jelenlegi környezeti feltételeknek pozitív hatásuk van az elzárt zóna élővilágára. Ez a terület paradox módon valóban a biológiai sokféleség egyedülálló menedékévé lett (8. ábra).



8. ábra: Fehérfarkú sasfióka a csernobili Elzárt Zónában. 1986 előtt ez a ritka ragadozó madár alig volt felfedezhető ezen a területen (Szergej Gasak, 2004).

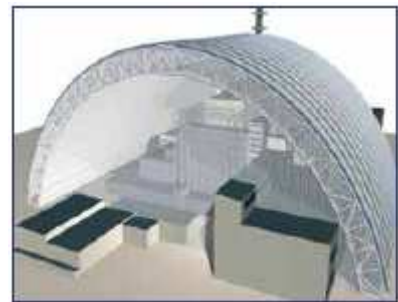
Milyen környezeti vonatkozásai vannak a szarkofág lebontásának és a radioaktív hulladékok kezelésének?

A csernobili atomerőmű 4. blokkjának reaktora a baleset következtében felrobbant. Ez kiterjedt radioaktív szennyezést idézett elő és nagymennyiségű radioaktív hulladékot

produkált a blokkban, az erőmű telephelyén és a környező területeken. Az 1986 májusa és novembere között felépített szarkofág célja az volt, hogy a megrongálódott reaktor környezetszennyező hatását megfékezze, az erőmű területén csökkentse a sugárzási szinteket, és elejét vegye radioaktív részecskék további kibocsátásának a környező területekre.

A szarkofágot rövid idő alatt építették meg, az építómunkások súlyos sugárterhelése közepette. Az építési idő lerövidítése, valamint a szerkezeten belüli magas dózisos csökkentését célzó intézkedések miatt a szarkofág nem lett tökéletes, ezért ma nem állnak rendelkezésre átfogó adatok a megrongálódott 4. blokk szerkezetének stabilitásáról. Ezen túlmenően a nedvesség hatására bekövetkezett korrózió miatt a megépítés óta eltelt közel két évtized alatt a szarkofág szerkezeti elemei meggyengültek. A szarkofág elsődleges potenciális kockázata az, hogy a tetőszerkezet esetleg összeomlik, és radioaktív por kerül a környezetbe.

Ennek elkerülésére intézkedéseket terveznek az instabil szerkezeti elemek megerősítésére. Emellett építeni szándékoznak a meglévő szarkofág befedésére egy „új biztonságos védőburkolat”-ot (NSC), amelynek élettartamát több mint 100 évre tervezik (9. ábra). Ennek megépítése a várakozások szerint lehetőséget fog teremteni a jelenlegi szarkofág lebontására, a magas radioaktivitású „üzemanyag tartalmú massa” (FCM) eltávolítására a 4. blokkból, továbbá a megrongálódott reaktor végleges lebontására.



9. ábra

A csernobili atomerőmű területén és környezetében folytatott helyreállítási tevékenységek során nagymennyiségű radioaktív hulladék keletkezett, amelyet a felszínhez közeli ideiglenes tárolókban és lerakóhelyeken helyeztek el. Az árok és gödör alakú lerakóhelyeket 1986-ban és 1987-ben létesítették az elzárt zónában, a reaktor telephelyétől 0,5-15 kilométer távolságban, hogy megelőzzék a por terjedését, csökkentsék a sugárzási szinteket, és jobb munkafeltételeket teremtsenek a 4. blokknál és annak környezetében. Ezeket a létesítményeket megfelelő tervezési dokumentáció és a terjedés meggátlására szolgáló védőgátak nélkül hozták létre, így nem felelnek meg a jelenlegi hulladékbiztonsági követelményeknek.

A balesetet követő években jelentős erőforrásokat fordítottak arra, hogy szisztematikus elemzést végezzenek, és elfogadható stratégiát dolgozzanak ki a meglévő radioaktív hulladék kezelésére. Mindmáig azonban nem dolgoztak ki egy széleskörűen elfogadott stratégiát a csernobili atomerőmű területén és az elzárt zónában felgyülemlett radioaktív hulladék kezelésére, különös tekintettel a magas sugárzásszintű és hosszú élettartamú hulladékokra.

Várható, hogy további radioaktív hulladék keletkezik majd az elkövetkező években az új biztonságos védőburkolat megépítése, a szarkofág esetleges lebontása, valamint az üzemanyag-tartalmú massa eltávolítása és a 4. blokk végleges leszerelése folyamán. Ezt a hulladékot megfelelően kell elhelyezni.

Milyen jövő vár a csernobili elzárt zónára?

Az elzárt zóna hosszú távú fejlesztését szolgáló általános terv kiterjed az érintett területek helyreállítására, határainak újbóli meghatározására. A kevésbé súlyosan érintett területeket hozzáférhetővé teszik a lakosság számára. Ez az újraterelített területeken végezhető tevékenységek jól definiált adminisztratív meghatározását és ellenőrzését igényli. Korlátozni kellene a takarmánynövények termesztését és az állatok legeltetését, valamint be kellene vezetni a szarvasmarhák tiszta takarmányozását. Ennek alapján a szóban forgó újraterelített területek elsősorban ipari célokra lesznek alkalmasak, nem pedig mezőgazdasági vagy lakóterületnek.

Az elzárt zóna jövője a következő száz évre és azon túl előreláthatólag így alakul:

- az „új biztonságos védőburkolat”, valamint a hozzá tartozó műszaki infrastruktúra megépítése és üzemeltetése;
- az atomerőmű 1., 2. és 3. blokkjának üzemanyag-mentesítése, leszerelése és lebontása a szarkofággal együtt;
- a radioaktív hulladék kezelésére szolgáló létesítmények megépítése, elsősorban egy mélységi geológiai lerakóhely létrehozása a nagyaktivitású és hosszú élettartamú radioaktív anyagok számára;

- természeti rezervátumok kialakítása a területen, ahol emberi település nem jöhet létre;
- a környezetmonitorozás és a kutatási tevékenységek fenntartása.

Csernobil öröksége: társadalmi-gazdasági következmények

(A Fórum szakértői csoportjának jelentése)

Mi volt a csernobili nukleáris katasztrófa gazdasági következménye?

A csernobili nukleáris baleset, valamint a következményeinek leküzdése céljából kialakított kormányintézkedések hatalmas költséggel jártak a Szovjetunió és a három érintett utódállam, Fehéroroszország, az Orosz Föderáció és Ukrajna számára. Ezeket a költségeket lehetetlen pontosan felmérni, tekintettel a baleset idején fennálló nem-piaci viszonyokra, továbbá a Szovjetunió 1991-ben történt felbomlását követő átmeneti időszak magas inflációjára és ingatag devizaárfolyamaira. A hatás nagysága azonban látható az 1990-es években kormányzati forrásokból származó különböző becslésekből, amelyek a baleset két évtized alatt felgyülemlett költségeit több százmilliárd dollárra teszik.

A terhek nagysága egyértelműen kitűnik a felmerült sokfajta – közvetlen és közvetett – költségből:

- a baleset által okozott közvetlen költségek;
- a következő tényezőkkel összefüggő kiadások:
 - a reaktor elszigetelése és az elzárt zónában történt következményeket enyhítő tevékenység;
 - a lakosság áttelepítése, az elhelyezésükre szolgáló új lakások és infrastruktúra létrehozása;
 - az érintett lakosság szociális és egészségügyi ellátása;
 - környezetvédelmi, egészségügyi, valamint a „tisztá élelmiszerek”-kel összefüggő kutatások;
 - a környezet sugárvédelmi monitorozása; továbbá
 - a települések radioökológiai javítása és a radioaktív hulladékok elhelyezése.

- a mezőgazdasági termőföldek és erdők művelésből, illetve használatból való kivonásából, továbbá mezőgazdasági és ipari létesítmények bezárásából fakadó eseti költségekkel összefüggő közvetett veszteségek;
- eseti költségek, beleértve a csernobili atomerőmű energiájának kiesése által okozott többlet-energiaköltségeket, és Fehéroroszország nukleárisenergia-programja törlésének költségeit.

A katasztrófa következményeinek leküzdése óriási teherrel nehezedett a nemzeti költségvetésekre. Ukrajnában még ma is évente a kormányzati kiadások 5-7 százalékát fordítják a csernobili katasztrófával kapcsolatos különböző járadékokra és programokra. Fehéroroszországban a Csernobillal összefüggő kormánykiadások 1991-ben a nemzeti költségvetés 22,3 százalékát tették ki, és fokozatosan csökkenve még 2002-ben is elérhetik annak 6,1 százalékát. Fehéroroszország Csernobilra fordított összkiadása 1991 és 2003 között meghaladta a 13 milliárd dollárt.

Ez az óriási kiadás – aminek oroszánrésze ma a hozzávetőleg 7 millió „csernobili áldozat” szociális ellátására megy, miközben a tőkebefektetésekre fordított hányad meredeken csökken – fenntarthatatlan költségvetési terhet jelent, különösen Fehéroroszországban és Ukrajnában. A kormányok nehéz választás előtt állnak, mert vagy vissza kell venniük, vagy át kell rendezniük a sugárveszélynek leginkább kitett, valamint a szegénység által legerősebben sújtott csoportoknak juttatott járadékokat.

Melyek Csernobil fő következményei a helyi gazdaságra?

A szennyezett területek főként mezőgazdasági vidékek. A baleset előtt a helyi lakosság fő jövedelmi forrása a mezőgazdaság volt, egyrészt nagy kollektív gazdaságok formájában (a szovjet időkben), amelyek munkabért és sokfajta szociális juttatást nyújtottak, másrészt elkülönült kisparcellák formájában (az átalakulás után), amelyeket helyileg, kisüzemi módon, főként családi fogyasztás céljára műveltek. Az ipar csekély hozzáadott értéket termelt, elsősorban az élelmiszer-feldolgozó és az erdészeti ágazatban. Ez a profil jórészt változatlan maradt a baleset után is, habár a három érintett ország eltérően kezelte a kollektív gazdaságok örökségét.

A mezőgazdaságot sújtották legerősebben a baleset következményei. A három érintett országban összesen 784 320 hektár termőföldet vontak ki a művelésből, a fakitermelést pedig 694 200 hektár erdőterületen szüntették be. A radiológiai ellenőrzés bevezetése súlyosan korlátozta az élelmiszerek és más termékek piacát az érintett területeken. A helyreállítási erőfeszítéseknek köszönhetően sok területen lehetséges maradt a „tisztá” élelmiszerek előállítása, ez azonban magasabb költségekkel járt, a felhasznált műtrágyák, adalékanyagok, továbbá a különleges művelési eljárások miatt.

Még ott is, ahol a helyreállítási intézkedések biztonságossá tették a gazdálkodást, Csernobil „bélyegének” hatására bizonyos fogyasztói rétegek elutasítják a szennyezett területekről származó élelmiszereket. Az élelmiszer-feldolgozást, amely a régió nagy részén az ipar legfontosabb ágazata volt, különösen erősen sújtotta ez a „megbélyegzés”. A mezőgazdasági tevékenységből származó jövedelem csökkent, a termelés bizonyos típusai visszaestek, és egyes létesítmények teljesen bezártak. Fehéroroszországban, ahol éppen a legjobb termőföldek egy részét kényszerültek kivonni a művelésből, a mezőgazdaságra gyakorolt hatás továbbgyűrűzött az egész gazdaságra.

A lakosságnak a sugárzástól való megvédését célzó kormányintézkedések (részint az áttelepítés, részint a mezőgazdasági termelés korlátozása) hatására a régió gazdasága – különösen a vidéki területek – kényes helyzetbe került. Igen fontos azonban rámutatni, hogy az 1990-es években a régióra nagy gazdasági gondok nehezedtek, olyan tényezők következtében, amelyek semmilyen kapcsolatban sem voltak a sugárzással. A Szovjetunió felbomlását követően megszakadó kereskedelmi kapcsolatok, a piaci mechanizmusok bevezetése, az elhúzódó recessziós tendenciák, továbbá az 1998-as oroszországi rubelválság együttesen ásta alá az életszínvonalat, fokozta a munkanélküliséget és elmélyítette a szegénységet. A mezőgazdasági területek, akár sugárszennyezettek voltak, akár nem, különösen sebezhetőknak mutatkoztak ezekkel a fenyegetésekkel szemben.

A munkabérek általában alacsonyabbak, a munkanélküliség viszont magasabb a szennyezett területeken, mint másutt, ugyanis mind a három érintett országban általában a mezőgazdasági dolgozók a legalacsonyabban fizetett alkalmazottak. A mezőgazdaságon kívül korlátozottak a munkavállalási lehetőségek, ennek okai azonban ismét csak általános tényezőkben keresendők, nem pedig a kormányok Csernobil-politikájában. A kis és közepes nagyságú vállalkozások (SME) aránya sokkal alacsonyabb az érintett területeken, mint másutt. Részben

azért van ez így, mert sok szakképzett és magas iskolai végzettségű dolgozó hagyta el a régiót – kivált a fiatalabbak –, másrészt azért, mert mindhárom érintett országban az általános üzleti környezet elbátortalanítja a vállalkozó szellemet. A magánbefektetések alacsony szintűek, részben a régió arculatával összefüggő problémáknak tulajdoníthatóan, részben az országos méretekben is kedvezőtlen üzleti légkör miatt.

Ezen tendenciák következtében a sugárszennyezett területeken nagyobb a szegénység kockázata, mint más vidékeken. Megoldást keresve a régió gazdasági bajaira, fontos foglalkozni az általános jellegű problémákkal (javítani kell az üzleti klímát, ösztönözni kell a kis- és középvállalatok fejlesztését és a mezőgazdaságon kívüli munkahelyteremtést, meg kell szüntetni a jövedelmező földhasználat és a hatékony mezőgazdasági termelés akadályait), és továbbra is foglalkozni kell radioaktív szennyezés kérdéseivel.

Miként hatott Csernobil és a katasztrófa utóélete a helyi közösségekre?

A csernobili baleset óta mintegy 350 000 ember költözött el a legsúlyosabban szennyezett területekről. Közülük 116 000-et azonnal a baleset után evakuáltak, nagyobb létszámú lakosságot pedig több évvel a baleset után telepítettek át, amikor a lakóhely-változtatás előnyei már kevésbé voltak nyilvánvalóak.

Jóllehet az áttelepítés miatt csökkent a lakosságot ért sugárdózis, ez sokak számára mégis mélységesen traumatikus élmény volt. Annak ellenére, hogy kártalanították az áttelepítetteket az őket ért veszteségekért – például ingyen kaptak új házat, és szabadon választhatták meg letelepedésük helyét –, sokan tartósan igazságtalannak érezték az eljárást. Közöttük ma is sok a munkanélküli, és úgy érzik, nincs helyük a társadalomban és nem képesek befolyásolni saját sorsuk alakulását. A legelőször áttelepítettek között vannak, akik soha nem tudtak alkalmazkodni az új környezethez. A közvélemény-kutatások azt jelzik, hogy sok áttelepített vissza szeretne térni szülőfalujába. Paradox módon azok az emberek, akik saját falujukban maradtak (és még inkább az „önkéntes-visszatelepülők”, vagyis azok, akiket evakuáltak, de azután a korlátozások dacára visszatértek otthonukba), lelkiileg jobban birkóztak meg a baleset utóhatásaival, mint azok, akiket áttelepítettek kevésbé szennyezett területekre.

Az evakuálás nem csupán az áttelepítettek életét befolyásolta, hanem azoknak a településeknek a lakóiét is, ahová kerültek. Az áttelepítésre kijelölt falvakban az új és a régi

lakosok közötti feszültségek is hozzájárultak ahhoz, hogy az újonnan érkezettek kiközösítettnek érezzék magukat.

A szennyezett területeken élő közösségek demográfiai struktúrája súlyosan eltorzult. Az áttelepítés és az önkéntes elvándorlás következtében a szennyezett területeken az idősök aránya abnormálisan magas. Egyes körzetekben a nyugdíjasok számaránya eléri, sőt meghaladja a munkaképes korúakét. Valójában minél szennyezettebb egy terület, annál öregebbek lakják. A szakképzett, diplomás és vállalkozó szellemű emberek nagy része elhagyta a régiót, tovább rontva a gazdasági kilábalás esélyeit és fokozva a szegénység kockázatát.

A fiatalok eltávozásának lélektani hatásai is vannak. Egy öregedő populációban a halálozások száma természetes módon felülmúlja a születéseket, és ez a tény is alátámasztja azt a vélekedést, hogy az érintett területeken veszélyes az élet. Az iskolák, kórházak, mezőgazdasági szövetkezetek, közművállalatok és sok más szervezet híján van a jól képzett munkaerőnek a viszonylag magas fizetések dacára is, így a szociális szolgáltatások biztosítása ugyancsak veszélybe került.

Mi volt az egyéneket érő legfőbb hatás?

Amint azt a Csernobil Fórum egészségügyről szóló jelentése megállapítja, „Csernobilnak a lelki egészségre gyakorolt hatása mindmáig a baleset által kiváltott legsúlyosabb egészségügyi következmény”. A baleset és annak utóhatásai által előidézett lelki feszültségek mélységes hatással voltak az egyéni és közösségi magatartásra. Az érintett területek lakosságának erősen negatív az önértékelése saját egészségi állapotáról és anyagi jólétéről, és határozottan úgy érzi, hogy nem képes kezében tartani saját sorsának irányítását. Ezekhez a képzetekhez társult a sugárzások miatti eltúlzott veszélyeztetettség-érzet. Az érintett lakosság körében elterjedt az a hit, hogy a sugárzásnak kitett emberek valamiképpen rövidebb élettartamra számíthatnak. Ez a fatalista gondolkodás összekapcsolódik a kezdeményezőkéesség hiányával, amely akadályozza a folyamatos jövedelemszerzést és állandósítja az állami támogatásoktól való függőséget.

A sugárzás egészségügyi hatásaival kapcsolatos szorongás még nem enyhült. Sőt, valójában továbbterjedhet az érintett területeken a lakosság szélesebb rétegeire. A szülők átvihetik saját szorongásukat gyermekeikre a példaadáson és a túlzottan féltő gondoskodáson keresztül.

És miközben egészségügyi panaszok széles körét tulajdonítják Csernobil hatásainak, az érintett területeken élő lakosság nagy része figyelmen kívül hagyja a személyes felelősségét az egészség fenntartásában. Ez nem csupán a sugárzással kapcsolatos kockázatokra érvényes, például a szennyezett erdőkből származó gombák és bogyók fogyasztására, hanem az élet olyan szféráira is, ahol az egyéni viselkedés döntő jelentőségű, ilyen a mértéktelen alkoholfogyasztás és dohányzás.

Ebben az összefüggésben nagyon fontos megjegyezni, hogy a volt Szovjetunió területén már évtizedek óta riasztó mértékben nő a felnőtt lakosság halandósága. A várható élettartam meredeken esik, különösen férfiaknál. Az Orosz Föderációban 2003-ban 65 év (ezen belül férfiaknál 59 év) volt a várható élettartam. A fő halálozási okok a Csernobil által érintett területeken ugyanazok, mint országosan – szív- és érrendszeri betegségek, balesetek, mérgezések –, nem pedig a sugárzás által előidézett megbetegedések. A legsürgetőbb egészségügyi problémák az érintett területeken tehát a gyenge táplálkozásban és az életmóddal összefüggő tényezőkben keresendők, például az alkoholizmusban és a dohányzásban, továbbá a szegénységben és az egészségügyi alapellátáshoz való korlátozott hozzáférésben.

Az eltúlzott vagy alaptalan egészségügyi aggályokon túlmenően, a kormányok szociális védőintézkedéseinek hatására, bizonyos fajta áldozat-mentalitás és függőségérzet alakult ki az érintett területeken. A Csernobillal összefüggő juttatások kiterjedt rendszere várakozásokat keltett hosszú távú közvetlen pénzügyi támogatások és bizonyos előjogokra való jogosultság tekintetében, és ily módon meggyengítette az érintett egyének és közösségek képességét arra, hogy saját gazdasági és szociális nehézségeiket leküzdje. Az elmúlt két évtized során kialakult függőségi kultúra az egyik fő akadálya a régió magához térésének. Ezek a tényezők is aláhúzzák azoknak az intézkedéseknek a fontosságát, amelyek célja, hogy az érintett egyének és közösségek kezébe adják saját sorsuk irányítását – ez egy olyan megközelítés, amely hatékonyabban tudja kihasználni a szűkösen rendelkezésre álló erőforrásokat, és döntő jelentősége van a baleset pszichológiai és szociális hatásainak enyhítésében.

Hogyan reagáltak a kormányok Csernobil kihívásaira?

A Szovjetunió által elfogadott, majd Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna kormányai által követett politika fontos jellemzőit megfelelőképpen megérteni csak a szovjet állapotok, valamint a Szovjetunió összeomlását követő átmeneti időszak gyakorlatának és viszonyainak ismeretében lehet. A szovjet törvények előtérbe helyezték az állampolgárok jólétének védelmét, a piaci árképzés hiánya miatt azonban a tervezőknek nem álltak rendelkezésükre alkalmas eszközök a költség és haszon hatékony kiegyensúlyozására. Az információcsere és az elégedetlenség kifejezési lehetősége korlátozott volt, miközben az állam rendkívül tekintélyes kényszerítő erővel rendelkezett.

A csernobili balesetet követően a szovjet kormány rendkívül óvatos volt a lakott területek számára elfogadható radioaktív szennyeződés szintjének megállapításában. Nagyszámú embert érintett a kényszerű kitelepítés vagy az önkéntes áttelepülés. Az akkori politikai környezetben, az érintett közösségekből érkező komolyabb ellenállás nélkül vállalkozhatott a szovjet állam több százezer ember áttelepítésére.

A Szovjetunió, később pedig Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna óriási ambícióval foganatosított rehabilitációs intézkedéseket. Nagy összegeket fektettek be lakások, iskolák, kórházak építésébe, továbbá az infrastruktúra, az utak, víz- és elektromos művek és csatornarendszerek létrehozásába.

Csernobillal kapcsolatos építési tevékenység, 1986–2000

Szolgáltatás	Fehéroroszország	Oroszország	Ukrajna	Összesen
Házak és lakások	64 836	36 779	28 692	130 307
Iskolai férőhelyek	44 072	18 373	48 847	111 292

Óvodai férőhelyek	18 470	3 850	11 155	33 475
Járóbeteg-intézetek (beteg/nap)	20 922	8 195	9 564	38 781
Kórházi ágyak	4 160	2 669	4 391	11 220

A helyben kitermelt fa- és tőzeg-elégetés vélt kockázata miatt sok falu számára fűtésre és főzésre hozzáférhetővé tették a gázt. Ennek során a három érintett országban a baleset követő tizenöt esztendő alatt összesen 8980 kilométer gázvezetékot fektettek le. Ugyancsak nagy összegeket fordítottak a „tisztá élelmiszer” előállítására alkalmas módszerek kifejlesztésére.

Egy ilyen nagyarányú befektetési program azonban fenntarthatatlannak bizonyult, különösen piaci feltételek mellett. A Csernobil-programok finanszírozása az idők során folyamatosan csökkent, aminek következtében sok projekt befejezetlenül maradt, és félkész házak és létesítmények ezrei állnak elhagyatva az áttelepítetteknek kijelölt falvakban. A pénzsűke miatt sok beígért juttatás is csökkent.

A kártalanítási kifizetéseknek a baleset után kialakított rendszere szintén azt a szovjet gyakorlatot tükrözte, hogy valójában inkább a kockázat szerint folyósították a kártalanítást, nem pedig a tényleges károsodás szerint. A juttatások számos olyan intézkedést tartalmaztak, (ingyenes fogorvosi ellátást, egyetemi felvételek kedvezőbb elbírálása) amelyek nincsenek kézzelfogható kapcsolatban a sugárzás hatásával. És ami szintén a szovjet idők gyakorlatának felelt meg: a „csernobili áldozatok” igen széles körének nyújtottak járadékokat. A következő kategóriákat érintették az intézkedések:

- akik sugárzás hatására betegedtek vagy rokkantak meg a baleset következtében;
- akik 1986-87-ben az evakuációs zónában részt vettek a csernobili helyszín takarítási munkáiban. (Őket nevezik „likvidátorok”-nak);
- akik 1988-89-ben vettek részt a helyreállítási tevékenységekben;

- akik ma is a szennyezettnek minősített területeken élnek; vagy
- akiket evakuáltak vagy áttelepítettek, vagy akik saját kezdeményezésükre elhagyták az érintett területeket.

Jelenleg mintegy 7 millió ember részesül speciális juttatásokban (vagy legalábbis jogosult rá), így nyugdíjakban és egészségügyi ellátási előjogokban, azért, mert valamilyen okból Csernobil által érintettnek sorolták be őket. Ezek a juttatások bizonyos előnyökben és előjogokban részesítik még azokat az embereket is, akik csak alacsony szintű sugárzásnak voltak kitéve, vagy akik csupán enyhén szennyezett helyeken élnek, ahol a sugárzás szintje összemérhető egyes európai országok természetes háttérsugárzási szintjével.

Az 1990-es évek végére a Fehéroroszország és az orosz törvényhozás több mint hetven, az ukrán törvényhozás több mint ötven különböző előjogot biztosított a csernobili áldozatok számára a rokkantság foka és a szennyezettség szintje alapján. A rendszer járadékokat is garantált, amelyek egy részét készpénzben folyósították, más részüket pedig természetben: (iskolás gyerekek ingyenes étkeztetése). Ezen túlmenően a hatóságok finanszírozták az egészségügyi célból történő ingyenes üdültetést szanatóriumokban és nyári táborokban a rokkantak, a likvidátorok, a továbbra is szennyezett területeken élők, valamint a gyerekek és serdülők számára. Fehéroroszországban közel 500 000 ember, köztük 400 000 gyerek vált ingyenes üdültetésre jogosulttá a 2000-es évek elejére. Ukrajnában a kormány 1994 és 2000 között évente 400 000–500 000 hónap egészségügyi üdülést finanszírozott.

A logikus elvárások ellenére a Csernobillal kapcsolatos járadékokat igénylők száma nemhogy csökkent volna, de még nőtt is az idők folyamán. Amint mélyült az 1990-es évek gazdasági válsága, a „Csernobil áldozata”-ként történő regisztrálás lett sokak számára az egyetlen lehetőség, hogy bevételhez vagy az egészségügyi ellátás létfontosságú eszközeihez, köztük gyógyszerekhez jussanak. Ukrán adatok szerint a csernobili baleset következtében véglegesen megrokkantak (és gyermekeik) száma az 1991-es 200-ról 1997-re 64 500-ra, 2001-re pedig 91 219-re emelkedett. A rendszer egyúttal furcsa és egészségtelen ösztönzőket teremtett, ami például az olyan esetekből látható, hogy emberek azért térnek vissza családjukkal az érintett területekre, hogy ismét jogosulttá váljanak magasabb szintű juttatások igénylésére.

Az infláció és a növekvő költségvetési megszorítások hatására azonban a kifizetések értéke folyamatosan csökkent. Sok esetben az ilyen „csernobili kifizetések” jelentéktelen mértékben járulnak hozzá a családi bevételekhez, ennek ellenére a jogosultak nagy száma miatt továbbra is hatalmas teherrel nehezednek az állami költségvetésre. A „Csernobil-járadékok” különösen Fehéroroszországban és Ukrajnában szívtak el komoly erőforrásokat a közkiadások egyéb területeiről. Az 1990-es évek végére azonban lefaragásuk, vagy a magas kockázatú csoportokat megcélzó alternatív stratégiák felkutatása politikailag tarthatatlanná vált, még akkor is, ha a szűkös erőforrások és a visszaélések hatására a járadékokat időnként egyenlőtlenül osztották el.

A három érintett kormány által jelenleg kifejtett hatalmas erőfeszítések azzal járnak, hogy még a hatékonyság kismértékű javítása is jelentősen növeli az igazán szükségét szenvedők rendelkezésére álló erőforrásokat. Prioritást kell, hogy élvezzen az egyes konkrét beavatkozások költségének és hasznának szigorúbb felmérése, továbbá az erőforrások koncentrációja azokra, akiknek egészsége ténylegesen károsodott a katasztrófa következtében. Szigorítani kell a prioritásokat, és áramvonalasítani kell a programokat. A főként társadalmi-gazdasági természetű juttatásokat be kell építeni a rászorultság elvén alapuló országos szociális védőprogramokba, amelyek a valóban szükségét szenvedőket célozzák meg. Az ilyen változtatásokhoz azonban bátorság kell, mivel az erőforrások átrendezése a szerzett jogok birtokosai részéről alighanem ellenállásba fog ütközni. Az egyik elképzelés, amely egyszerre könnyítene az állami költségvetések terhein és ösztönözné az önellátást, a járadékokra való jogosultság egyösszegű „kivásárlása” lenne, amiből induló kisvállalkozásokat lehetne finanszírozni.

Érzékelik-e az érintett területeken élő emberek, hogy milyen kockázatokkal kell szembenéznük?

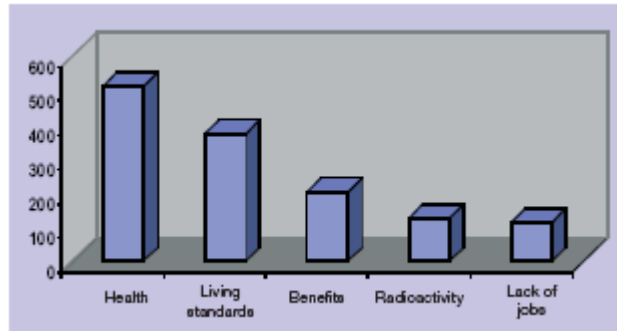
Közel két évtizeddel a csernobili baleset után az érintett területek lakói még mindig híján vannak a szükséges információnak, aminek alapján egészséges, produktív életet élhetnének – állapította meg az utóbbi években egy sor közvélemény-kutatás és szociológiai vizsgálat. Habár hozzáférhetőek pontos információk és a kormányok számos kísérletet tettek ezek elterjesztésére, továbbra is élnek a sugárfenyegetettséggel kapcsolatos mítoszok és téves elképzelések, amelyek bénító fatalizmushoz vezetnek a lakosság körében. Ennek a fatalizmusnak az eredménye egyfelől a túlzottan óvatos viselkedés (állandó szorongás az

egészséggel kapcsolatban), másfelől a felelőtlen magatartás (a magasan szennyezett területekről származó gombák, bogyók és vadhús fogyasztása).

Ezeket a megállapításokat erősítette meg a közelmúltban az a három országspecifikus jelentés, melyeket a Nemzetközi Csernobil-kutató és Információs Hálózat (ICRIN) készített az ENSZ kezdeményezésére, s amelyeknek célja pontos és hiteles információk nyújtása volt a csernobili katasztrófa által érintett lakosság részére. A felmérések és az ún. fókuszcsoportok gyűlései, amelyeken emberek ezrei vettek részt a három érintett országban 2003-2004 folyamán, megmutatták, hogy a kormányok, tudósok, nemzetközi szervezetek és tömegtájékoztatási eszközök összpontosított erőfeszítései ellenére a csernobili baleset által érintett területeken élő emberekben mélységes zavarodottság és bizonytalanság él a sugárzásnak az egészségükre és a környezetükre gyakorolt hatását illetően. Keveset tudnak arról, hogy milyen gyakorlati lépéseket kellene tenni az egészséges életvezetéshez.

A Csernobilra vonatkozó információszolgáltatással kapcsolatos bizalmatlanság leküzdése továbbra is komoly feladat, ama kezdeti titkolódzás miatt, amivel a szovjet hatóságok annak idején a balesetet kezelték. Ugyanilyen elbizonytalanító hatása volt a különböző intézetektől származó, egymásnak ellentmondó adatoknak és annak a máig megoldatlan vitának, hogy milyen hatása van az alacsony dózisu sugárzásnak az egészségre. Súlyosbítja a helyzetet a közzétett információk gyakran bonyolult tudományos nyelvezete is.

A felmérések azt mutatták, hogy a Csernobil-terület lakosai mind a három érintett országban saját egészségükkel és gyermekeik egészségével vannak elfoglalva, ugyanakkor az alacsony életszínvonallal kapcsolatos aggályoknak is rendkívül erősen hangot adnak. S valóban, a társadalmi-gazdasági gondokat fontosabbnak tekintik, mint a sugárzás szintjét. Konkrétan, az alacsony háztartási jövedelmek és a magas munkanélküliség okozza a nagy bizonytalanságot. (10. ábra).



10. ábra: Egy 2003-as orosz felmérés adatai (748 válaszadó, több lehetőség megengedve)

Mi aggasztja ma az embereket?

Az ICRIN országtanulmányai megerősítik, hogy a csernobili baleset által érintett lakosságnak egyértelmű és jól érthető válaszokra van szüksége egy sor kérdésre; ugyanakkor szükség van olyan új intézkedésekre is, amelyek a régió gazdasági fejlesztésének előmozdítására összpontosítanak. Új utakat és módokat kell találni az információk eljuttatására és az oktatásra, hogy az üzenet célba is érjen. A Csernobil Fórum megállapításainak jól megalapozott, hiteles, kreatív forrásanyagként kell elterjednie az érintett lakosság körében. Ez segítheti az embereket mind az egészségesebb életvitelben, mind pedig abban, hogy leküzdjék az aggodalmaskodás és a rettegés bénító örökségét.

Mire van jelenleg szükségük a különböző érintett csoportoknak?

A balesetből fakadó emberi szükségletek jobb kezelésére, továbbá a szűkösen rendelkezésre álló erőforrások felhasználásának optimalizálására igen fontos a fenyegetés valóságos természetének megértése és annak megismerése, hogy ténylegesen hány embert érint a veszély. A jelenlegi tudományos ismeretek arra engednek következtetni, hogy egy kis létszámú, de fontos kisebbség, hozzávetőleg 100 000–200 000 ember került az elszigeteltség, a rossz egészségi állapot és a szegénység dugóhúzószerű örvényébe; és nekik van szükségük lényeges anyagi támogatásra életük újjáépítése céljából. Ebbe a csoportba tartoznak azok, akik ma is erősen szennyezett területeken élnek, továbbá azok, akik képtelenek megfelelően gondoskodni magukról, ide tartoznak a munkanélküli áttelepítettek és azok, akik egészségét a legközvetlenebb módon fenyegeti veszély, köztük a pajzsmirigyrák áldozatai. Ezek az emberek teljes joggal állnak a Csernobil által okozott problémák középpontjában. Az

erőforrásokat az ő szükségleteik megoldására kell összpontosítani, és őket kell segíteni, hogy kezükbe tudják venni saját sorsuk irányítását a baleset okozta körülmények között is.

Egy második csoport, amely több százezer személyt számlál, azokból tevődik össze, akiknek életére közvetlen és jelentős hatással voltak a baleset következményei, de akik olyan helyzetben vannak, hogy képesek magukról gondoskodni. Ebbe a csoportba tartoznak azok az áttelepítettek, akik munkát találtak maguknak, továbbá sokan a korábbi helyreállító munkások közül. Itt az a legfontosabb, hogy segítséget kapjanak életük lehető leggyorsabb normalizálásához. Arra van szükségük, hogy újra beilleszkedjenek a társadalom egészébe, hogy szükségleteikkel egyre inkább a mindenkit érintő szociális ellátás keretében lehessen foglalkozni, ugyanazon kritériumok alapján, amelyek a társadalom többi részére is érvényesek.

A harmadik, legnagyobb létszámú csoport, (a három országban több millióra tehető a számuk) olyan személyekből áll, akiket Csernobil tényleges vagy potenciális áldozataiként kategorizáltak, vagy akik áldozatnak képzelik magukat. Esetükben mindenekelőtt arra van szükség, hogy teljes körű, igaz és pontos információt kapjanak a baleset hatásairól, megbízható és nemzetközileg elismert kutatások alapján. Egyúttal hozzáférést kell biztosítani számukra a jó minőségű egészségügyi alapellátáshoz és szociális szolgáltatásokhoz, valamint munkahelyet kell teremteni számukra.

Az érintett területek, egyének és közösségek esetében is arra kell törekedni, hogy meghatározzák a legsúlyosabb problémákat, majd ezeket különleges intézkedések segítségével meg kell oldani, és támogatni kell őket abban, hogy visszatérhessenek a normális életbe.

Ahol a legmegbízhatóbb tudományos ismeretek szerint ez lehetséges, ott intézkedéseket kell tenni annak érdekében, hogy a kevésbé súlyosan érintett területeket újra produktívan használják. *Az erőforrásokat a leginkább szükségét szenvedőkre kell összpontosítani, és törekedni kell arra, hogy, ahol erre lehetőség kínálkozik, ott ez az általános ellátás keretein belül történjék.* Ez nem csupán a jobb híján való megoldás. A rendelkezésre álló költségvetéseken belül valóban ez az egyedüli lehetőség arra, hogy megakadályozzák a helyreállítási erőfeszítések fokozatos leépülését, a szűkös erőforrások folytatódó elaprózódását, és a probléma középpontjában álló emberek folyamatos csalódottságát. Ezek

az intézkedések hozzá fognak járulni a baleset széles körű pszichológiai következményeinek enyhítéséhez, a sebek begyógyításához. Oltalmazni fogják a leginkább sebezhetőket, miközben a „Csernobil-bűdsék” egyre szűkőbben csordogálnak, továbbá segíteni fogják a hatóságokat a helyreállítás folyamatának rendezésében a következő esztendőök során.

Ajánlások Fehéroroszország, az Orosz Föderáció és Ukrajna kormányai számára

Bevezetés

A Csernobil Fórum 2005. áprilisi ülésén, megvitatták és elfogadták a WHO által koordinált „Egészségügyi” és a NAÜ által koordinált „Környezeti” jelentést. A Fehéroroszországból, az Orosz Föderációból és Ukrajnából érkező résztvevők felkérték a Fórumot, hogy dolgozzon ki ajánlásokat kormányaik számára a különleges egészséggondozásra és környezeti helyreállításra, kitérve a további kutatások szükségességére, valamint gazdasági és szociálpolitikai kérdésekre is.

A dokumentumot a Fórum Titkársága készítette elő, kezdetben a Fórum technikai jelentéseiben előterjesztett ajánlások alapján. Emellett a UNDP is tett ajánlásokat társadalmi és gazdasági kérdések kezelésére, nagyrészt *A csernobili nukleáris baleset emberi következményei* című 2002-es ENSZ-tanulmány alapján.

Ez a dokumentum főként általános tanácsokat tartalmaz a három érintett ország kormánya számára; részletesebb ajánlások a vonatkozó technikai jelentésekben találhatóak. A lakosság és a környezet sugárvédelmével kapcsolatos ajánlások a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ICRP), valamint a NAÜ által kidolgozott nemzetközi biztonsági szabályzatokon alapulnak.

Egészségügy és kutatás: ajánlások

Egészséggondozási programok és orvosi monitorozás

Folytatódnia kell az akut sugárzási szindrómából (ARS) felépült dolgozók és más, nagy sugárdózisnak kitett mentőmunkások egészséggondozásának és évenkénti vizsgálatának. Ennek ki kell terjednie a szív- és érrendszeri megbetegedések időszakos vizsgálatára is.

Az 1 Gy egésztest-dózisnál kisebb sugárzásnak kitett személyek utógondozási programjait újra kell gondolni a szükséglet és a költséghatékonyság figyelembevételével. A korábbi ismereteink alapján valószínűtlen, hogy ezek az utógondozási programok költséghatékonyak vagy a betegekre jótékony hatásúak lennének. A szakértői csoportok által végzett kiterjedt vizsgálatokhoz, valamint az évenként megismételt vér- és vizeletvizsgálatokhoz felhasznált erőforrásokat minden valószínűség szerint nagyobb haszonnal lehetne a gyermekhalandóság csökkentésére, az alkoholfogyasztás és a dohányzás visszaszorítására, a szív- és érrendszeri megbetegedések felderítésére, valamint az érintett lakosságcsoportok mentális állapotának javítására fordítani.

A következő speciális, egészségüggyel összefüggő intézkedéseket ajánlják:

- Meg kell fontolni a különlegesen érzékeny alcsoportok (például a jelentős mennyiségű radioaktív jódnak kitett gyerekek) szűrését, akik nagyobb kockázatnak vannak kitéve, mint a lakosság többi része.
- Folytatni kell azoknak a gyerekeknek és serdülőknek a pajzsmirigy-rák-szűrését, akik 1986-ban radioaktív anyagoktól kihullásától szennyezett területeken laktak. A programokat költség/haszon alapon kell kiértékelni. Ez azért fontos, mert a populáció öregedésével sok további jóindulatú elváltozás fordulhat elő, és fennáll a kockázata a szükségtelen beavatkozásoknak.
- Egészségügyi tervezés szempontjából fontos, hogy folyamatosan megbecsüljék a sugárdózist kapott népességnél várható pajzsmirigy-rákos esetek számát. Ezt a szóban forgó populációk kockázatának naprakésszé tett becslésére kell alapozni.
- Folytatni kell a nagy megbízhatóságú ráknyilvántartások támogatását. Ezek nem csupán az epidemiológiai vizsgálatok miatt, hanem a közegészségügyi célok szempontjából is hasznosak: például megbízható információt nyújthatnak a közegészségügyi erőforrások célirányos elosztásához.

- Folytatni kell a gyermekkori leukémia előfordulási gyakoriságának figyelését a csernobili sugárzásnak kitett népességben, hogy az esetleg előforduló növekedés kiderülhessen.
- Az érintett csernobili populációk szemészeti utóvizsgálata lehetővé fogja tenni a sugárzásokozta szürke hályog-keletkezés kockázatának pontosabb előrejelzését, és ami még fontosabb: biztosítani fogja a szükséges adatokat az előforduló látási rendellenességek valószínűségének kiértékeléséhez. A sugárzásokozta szürke hályog évenkénti ellenőrzése javasolható azok körében, akik foglalkozásuk miatt ki vannak téve sugárzásnak.
- Közegészségügyi intézkedés formájában folytatni és javítani kell a születésekkel kapcsolatos egészségügyi események helyi nyilvántartásait, de valószínűtlen, hogy ezek hasznos tudományos információkat nyújtanának a sugárzás hatásairól, megnyugtatóan szolgálhatnak viszont a helyi lakosság számára.
- Megújuló kockázat kommunikációra van szükség. Elő kell segíteni, hogy a katasztrófa egészségügyi és mentális következményeiről pontos információt kapjon a közvélemény és minden kulcsfontosságú szakember.
- Minden orvosi utóértékelést az adott szövetekre vonatkozó egyedileg felvett sugárdózis becslésével, megfelelő kontrollcsoportok alkalmazásával, továbbá a zavaró tényezők tekintetbe vételével kell végezni.

Jövendő kutatások és utóvizsgálatok

Folytatni kell a sugárzásnak kitett személyek nyilvántartását, valamint a megbetegedési és halálozási vizsgálatokat. Ezek elsősorban dokumentációs és kutatási célokat szolgálnak, és nincs közvetlen egészségügyi hasznuk az érintett egyének számára.

Abban az esetben, amikor új tudományos eljárásokat fedeznek fel vagy olyan megállapításokat tesznek, amelyek szerepet játszhatnak a potenciális sugárzási hatások enyhítésében, folytatni kell a kiválasztott populációkra korlátozott kutatási vizsgálatokat.

Mivel lehetséges, hogy az elkövetkezendő évtizedekben a sugárzás okozta daganatos megbetegedések és halálesetek száma még növekszik a balesetelhárításban résztvevők és az erősen szennyezett terület lakossága körében, ezért ennek további vizsgálata szükséges.

Jelenleg nem lehet kizárni a pajzsmirigy-rák többletkockázatát a csernobili sugárzásnak kitett felnőtt személyek esetében. Gondosan megtervezett és megfelelően elemzett vizsgálatokat kell végezni, hogy teljesebb információ álljon rendelkezésre az I-131-koztatott felnőttkori besugárzás kockázatáról.

A pajzsmirigy-ráktól különböző egyéb daganatos megbetegedések előfordulását egyfelől általában a lakosság, másfelől a likvidátorok csoportja körében továbbra is monitorozni kell a meglévő rákregisztereken és más speciális nyilvántartásokon keresztül. Előtérbe kell helyezni a nyilvántartások minőségének értékelését és a hiányosságok kiküszöbölését.

Célszerű folytatni a pajzsmirigy-dózis-becslésekben mutatkozó bizonytalanságok vizsgálatát. Ez elvezethet a legnagyobb bizonytalanságot előidéző paraméterek meghatározásához, valamint előmozdíthatja a szóban forgó bizonytalanságok csökkentését célzó kutatások indítását. Erőteljesen ösztönözni kell a Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna dozimetriai közötti együttműködést és információcserét.

Megfelelő kontrollcsoportok és alkalmas dozimetriai eszközök, valamint általános, szabványosított epidemiológiai stratégiák és protokollok alkalmazásával végzett megerősítő vizsgálatokra van szükség a három érintett országban a sugárzás szerepéről a szív- és érrendszeri megbetegedések kialakulásában a katasztrófaelhárító munkások körében.

Folytatni kell a nagy besugárzási dózisok utáni immunhatás-vizsgálatokat (különösen az akut sugárzási szindróma túlélőinek körében). Nem valószínű, hogy az immunfunkciók vizsgálata lényeges információval szolgálna néhány tíz mGy-nél alacsonyabb sugárdózist kapott populációkban.

További információk

A Csernobil Fórum *A csernobili baleset egészségügyi hatásai és speciális egészségügyi gondozási programjai* c. szakmai jelentésében és annak összefoglalójában további kifejezetten Csernobillal összefüggő egészségügyi kutatásokra vonatkozó ajánlások találhatók

Környezeti megfigyelések, helyreállítás és kutatás: ajánlások

Környezeti megfigyelések és kutatás

A katasztrófát követő évek folyamán megfigyeltek és intenzíven vizsgáltak különböző, a jelentésben tárgyalt ökoszisztémákat, ennek következtében világosan követhető a legfontosabb hosszú távú szennyezők, a Cs-137 és a Sr-90 környezetbe való bekerülése és biológiai felhalmozódása. Ezért a radioaktivitással kapcsolatban nincs szükség újabb nagyarányú kutatásokra, viszont folytatni kell a környezet célzott ellenőrzését, és további kutatásokra van szükség egyes speciális területeken, a Szakmai Jelentésben részletezett módon.

Szükség van különböző radioaktív anyagok (különösen a Cs-137 és a Sr-90) hosszú távú ellenőrzésére a környezet különböző helyein, annak érdekében, hogy kielégíthessük az alábbi általános gyakorlati és tudományos igényeket:

Gyakorlati:

- Az elnyelt dózis és az élelmiszerek szennyezettsége jelenlegi szintjének meghatározása, valamint jövőbeli szintjének előrejelzése, a helyreállítási intézkedések és a hosszú távú óvintézkedések szükségességének megállapítása érdekében;
- Az érintett területeken élő lakosságot tájékoztatni kell az élelmiszer-ipari termékekben fennmaradó radioaktív szennyezésről, továbbá a természeti környezetben gyűjtött

élelmiszerek (gombák, vadhús, a zárt tavakból származó édesvízi halak, erdei bogyók stb.) radioaktív szennyezettségének szezonális és évi változásairól. Táplálkozási tanácsadás és tájékoztatás szükséges az élelmiszerek előkészítésének módjáról, annak érdekében, hogy csökkenjen a radioaktív anyagok emberi szervezetbe jutása.

- Az érintett területeken élő lakosság tájékoztatása a változó sugárzási viszonyokról, az aggályok eloszlatása érdekében.

Tudományos:

- A radioaktív anyagok különböző ökoszisztémákba, különböző természeti feltételek mellett történt hosszú távú bejutását befolyásoló paraméterek meghatározása, az előrejelző modellek javítása céljából mind a Csernobil által érintett területekre, mind pedig a potenciális jövőbeli radioaktív kibocsátásokra vonatkozóan.
- A radioaktív anyagok viselkedési mechanizmusainak meghatározása kevésbé vizsgált ökoszisztémákban (például gombák szerepe az erdőkben) fennmaradásuk tisztázása céljából, valamint a helyreállítási lehetőségek felkutatása érdekében, különös figyelemmel azokra a folyamatokra, amelyek jelentősen befolyásolják az embert és az élővilágot érő sugárdózisokat.

Mivel az aktivitáskoncentráció a különböző környezeti részrendszerekben jelenleg kvázi-egyensúlyban van, és csak lassan változik, a monitorozás, a kutatási programok céljából végrehajtott mintavételezés és mérések száma és gyakorisága lényegesen csökkenthető a csernobili baleset utáni első évekhez képest.

Mivel a csernobili radioaktív csapadék által okozott jelenlegi emberi besugárzási szintek általában jól ismertek és csak lassan változnak, már nincs szükség az élelmiszerek nagyarányú vizsgálatára, az egyének egészségteszt-számlálására, valamint doziméterek biztosítására a lakosság részére. Továbbra is használni kell azonban egyedi méréseket a magas szennyezettségű és/vagy magas radiocézium tartalmú területeken élő kritikus csoportoknál.

A sugárzás elleni környezetvédelmi rendszer továbbfejlesztése céljából folytatni kell a sugárzás növényi és állati populációkra gyakorolt hatásának vizsgálatát a nagymértékben szennyezett csernobili elzárt zónában; ez a természeti környezet sugárzásökológiai és sugárbiológiai kutatások szempontjából egyedülálló terület. Ilyen vizsgálatokra másutt – rendkívül korlátozott kísérletektől eltekintve – nincs lehetőség vagy nagyon nehéz ezeket elvégezni.

Helyreállítás és óvintézkedések

Különböző hatékony, hosszú távú helyreállítási intézkedések széles köre áll rendelkezésre a radioaktív anyagokkal szennyezett területeken. A használatukat azonban radiológiai szempontból indokolni és optimalizálni kell. Az óvintézkedések optimalizálásában a formális költség–haszon elemzés mellett társadalmi és gazdasági tényezőket is figyelembe kell venni, hogy alkalmazásuk elfogadható legyen a lakosság számára.

A lakosságot és a hatóságokat együtt kell tájékoztatni, elsősorban a meglévő sugárzási rizikófaktorokról és a csökkentésükre szolgáló módszerekről, bevonva őket ezek megvitatásába és a döntéshozatali folyamatba.

Különös figyelmet kell fordítani a magángazdaságokban folyó mezőgazdasági termelésre. Fehéroroszország, Oroszország és Ukrajna több száz településén, továbbá mintegy 50 intenzív gazdálkodást folytató nagygazdaságában ugyanis a tej radioaktívanyag-koncentrációja még mindig meghaladja a nemzeti beavatkozási szinteket.

A csernobili balesetet követően a helyreállítási intézkedések és rendszeres óvintézkedések hosszú távon főként a gyenge talajú (homokos és tőzeges) mezőgazdasági területeken maradnak hatékonyak és igazolhatók, ahol magas a radioaktív cézium átjutása a talajból a növényekbe.

A hosszú távú helyreállítási intézkedések között a legelők és mezők radikális javítása, továbbá a nedves, tőzeges területek alagcsövezése igen hatékony. A leghatékonyabb rendszeres mezőgazdasági óvintézkedés a haszonállatok vágás előtti tiszta takarmányozása, *in vivo* megfigyelése, a berlini kék alkalmazása szarvasmarhák számára, valamint ásványi műtrágyák használata a növénytermesztésben.

A három érintett országban vannak még olyan mezőgazdasági területek, amelyeket kivontak a művelés alól. Megfelelő helyreállítás után azonban ezek a földterületek biztonságosan használhatók. Erre megvannak a technológiák, pillanatnyilag azonban jogi, gazdasági és társadalmi korlátok nehezítik alkalmazásukat. Kívánatos meghatározni a legerősebben érintett területek újrafelhasználásának fenntartható módjait, melyek figyelemmel vannak a sugárzási kockázatokra, egyúttal újjáélesztik a gazdasági lehetőségeket a közösség hasznára.

A technológiailag megalapozott erdőgazdasági óvintézkedések, – például gépi berendezések és/vagy kémiai kezelés használata az erdőkben található radioaktív cézium eloszlásának vagy átkerülésének megváltoztatására – nagyobb méretekben gyakorlatilag nem alkalmazhatók.

A vadon termő, illetve található élelmiszerek (vadhús, erdei bogyók, gombák, valamint a zárt tavakból származó halak) begyűjtésének korlátozására még mindig szükség van azokon a területeken, ahol ezen termékek fajlagos aktivitása továbbra is felülmúlja a nemzeti beavatkozási szinteket.

A belső dózis csökkentésében még mindig nagy szerepe van a táplálkozással kapcsolatos különféle tanácsoknak, amelyek a nagymértékben szennyezett vadon termő élelmiszerek fogyasztásának korlátozását célozzák, és egyszerű főzési eljárások ismertetésével segítik a radioaktív cézium eltávolítását.

Nem valószínű, hogy a felszíni vizek védelmét célzó bármilyen jövőbeli óvintézkedés indokolható lenne, ha figyelembe vesszük az egységnyi sugárdózis-csökkenés elérésének gazdasági költségeit. Néhány esetben (például a zárt tavaknál) várható, hogy a halfogyasztásra vonatkozó korlátozások még évtizedekig megmaradnak. A jövőben ezen a területen a lakosság tájékoztatására kell összpontosítani, mivel az emberekben még mindig erős téveszmék élnek a szennyezett vizekkel és az onnan származó halakkal kapcsolatban.

A csernobili atomerőmű elzárt zónájában nem lehet semmi olyan intézkedést hozni az ott élő növények és állatok sugárzási feltételeinek helyreállítására, ami ne lenne káros hatással magukra a növényekre és állatokra.

További szociológiai kutatást igényel az a fontos kérdés, hogy a vészhelyzet után a lakosság hogyan értheti meg és fogadja el az óvintézkedések bevezetését, végrehajtását és visszavonását, valamint az is, hogy hogyan lehet bevonni az embereket a szociális intézkedések kidolgozásának folyamatába a döntéshozattól kezdve.

Még mindig lényeges eltérések vannak azon nemzetközi és nemzeti sugárvédelmi normák és biztonsági szabványok között, amelyek a radioaktív anyagokkal szennyezett területek helyreállítására alkalmazhatóak. A lakosság védelmével kapcsolatos tapasztalatok a csernobili baleset után világosan megmutatták, hogy szükség van az alkalmazható sugárvédelmi normák és biztonsági szabványok további nemzetközi összehangolására.

A szarkofág lebontásának és a radioaktív hulladék kezelésének környezeti vonatkozásai

Mivel a csernobili atomerőműben és a körülötte elhelyezkedő valamennyi berendezésre vonatkozóan *egyedi* biztonsági és környezeti kiértékelést végeztek, most a nemzetközi szabványoknak és ajánlásoknak megfelelően is átfogó biztonsági és környezeti hatástanulmányt kell készíteni, amely iránytűként szolgál az elzárt zónában folyó valamennyi tevékenységre.

Az „új biztonságos védőburkolat” (NSC) előkészítése, megépítése és a talaj eltávolítása során fenn kell tartani és tökéletesíteni kell a környezet-megfigyelési stratégiákat, módszereket és berendezéseket, valamint a kvalifikált személyzetet, mert minderre szükség van a csernobili atomerőmű telephelyének és az elzárt zóna állapotának megfelelő monitorozásához.

Szükség van a szarkofág, a csernobili atomerőmű telephelye és az elzárt zóna integrált radioaktív hulladék-kezelési programjának kidolgozására, annak érdekében, hogy biztosítani lehessen az egységes igazgatási módszereket, és hogy kielégítő létesítménykapacitás álljon rendelkezésre minden hulladéktípushoz. Különleges hangsúlyt kell helyezni valamennyi helyreállítási és leszerelési tevékenységből származó hulladék jellemzésére és osztályozására (kivált a transzurán tartalmú hulladékokra), továbbá a kielégítő infrastruktúra létrehozására, a csernobili atomerőmű telephelyén és az elzárt zónában felgyülemlett hosszú élettartamú és nagyaktivitású hulladék biztonságos hosszú távú kezelésére.

Az elzárt zóna rehabilitációjához következetes és átfogó stratégiára van szükség, különös tekintettel a meglévő hulladéktároló és -elhelyező létesítmények biztonságának javítására. A biztonságelemzések eredménye alapján meg kell állapítani a helyszínek helyreállításának prioritását. Ez a folyamat annak meghatározását célozza, hogy mely helyszíneken kell a hulladékot újratemetni, és melyeknél van megengedve a hulladék *in situ* elbomlása.

Az elzárt zóna hosszú távú fejlesztésének általános terve azért készül, hogy lehetővé váljon az érintett területek talpra állítása, az elzárt zóna határainak újbóli meghatározása, továbbá fontos, hogy a nem érintett területekre visszatelepülhessen a lakosság. Ehhez jól meghatározott közigazgatási ellenőrzésre van szükség az újratelepülő területeken végezhető tevékenységek jellegéhez igazodóan: szarvasmarha-legeltetés, a szennyezett területekről származó takarmány betiltására, a szarvasmarha-állomány tiszta takarmánnyal való ellátására. Következésképpen ezek a helyreállított területek inkább alkalmasak ipari felhasználásra, mint lakóterületnek.

További információ

A Csernobil Fórum *A csernobili baleset környezeti következményei és helyreállításuk: húsz év tapasztalata* című szakmai jelentésében és annak összefoglalójában konkrét ajánlások találhatóak a környezeti helyreállítással, monitorozással és kutatással kapcsolatban.

Gazdaság- és szociálpolitika: ajánlások

Mi a teendő?

A katasztrófa hatásával kapcsolatos jelenlegi tudományos ismeretek szerint minden, a baleset következményeit felszámolni kívánó tevékenységnek a következő öt általános elven kell alapulnia:

- a Csernobillal összefüggő szükségletekkel egy holisztikus – mindent együtt vizsgáló – szemlélettel kell foglalkozni, amely tekintetbe veszi az érintett egyének és közösségek mindenfajta szükségletét, valamint egyre inkább a társadalomnak, mint egésznek a szükségleteit is;

- el kell távolodni az úgynevezett függőségi kultúrától. A cél, hogy abban segítsük az egyéneket, hogy saját kezükbe tudják venni sorsuk irányítását, a közösségek pedig ellenőrzést tudjanak gyakorolni saját jövőjük felett;
- az erőforrások hatékony felhasználása azt jelenti, hogy a leginkább érintett emberekre és közösségekre kell összpontosítani. Tekintetbe kell vennie a kormányok rendelkezésére álló korlátozott erőforrásokat;
- az új megközelítésnek hosszú távon fenntartható és fejlesztésen alapuló változásokat kell keresnie;
- a nemzetközi erőfeszítés csak akkor lehet hatékony, ha támogatja, erősíti és elősegíti a helyi és nemzeti kormányzati szervezetek, valamint harmadik országokban működő magán adományozók sokkalta nagyobb erőfeszítéseit.

Konkrét ajánlások

Új módokat kell találni a lakosság tájékoztatására

Tanulmányok egész sora – legutóbb a Nemzetközi Csernobil-kutatási és Információs Hálózat (ICRIN) által Fehéroroszországban, az Orosz Föderációban és Ukrajnában végzett információszükséglet-felmérés – erősítette meg, hogy az érintett népesség körében a fontos információk terjesztésére irányuló erőfeszítések nem érték el céljukat. Pontos információk állnak rendelkezésre, hogy hogyan éljünk alacsony dózisú sugárzási feltételek mellett, ezek azonban vagy nem jutnak el bizonyos csoportokhoz, vagy az emberek nem képesek a tájékoztatást megemésztetni, vagy annak megfelelően cselekedni.

Innovatív módszereket kell kifejleszteni, hogy kellő ismeretek álljanak rendelkezésünkre arról, hogy hogyan kell biztonságosan élni radioaktív szennyezés sújtotta területeken.

Megoldást kell találni a szavahihetőség és közérthetőség problémájára, mert ezek hiánya akadályozta a múlt béli erőfeszítéseket. Célzott információterjesztésre és hiteles közösségi információ-forrásokra van szükség.

Valamennyi új információs stratégiának átfogóan kell foglalkoznia az egészséges életmód előmozdításával, és nem egyszerűen csak a sugárzási kockázatokra kell összpontosítania. A belső és a külső sugárzás csökkentését célzó egészségügyi oktatás csupán egy része kell legyen az egészségtámogató programoknak és beavatkozásoknak, melyek célja a megbetegedések és az emelkedő halálozás fő okainak mérséklése a három érintett országban.

Az erősen szennyezett területekre kell összpontosítani

A kormányprogramoknak a szennyezettség szintjétől függően kell differenciálniuk, mivel a sugárzás által keltett problémák is eltérőek az egyes zónák között. Az alacsony sugárzási szintű területeken is biztosítható a megfelelő, sőt virágzó élet, a sugárdózis mérséklését célzó viszonylag kicsi, de hatékony befektetésekkel. A sokkal kisebb kiterjedésű, erősen szennyezett területek más stratégiát igényelnek, amely nagyobb mértékű monitorozásra, fokozottabb egészségügyi és szociális gondoskodásra és más segítségre összpontosít.

Korszerűvé és célzottabbá kell tenni a Csernobilra vonatkozó kormányprogramokat

Annak érdekében, hogy mérsékelni lehessen a lakosság sugárterhelését, és a támogatásban azok részesüljenek, akik közvetlenül érintettek a balesetben, a jelenlegi Csernobil-programokat célzottabbá kell tenni, hogy a fenti törekvések költséghatékonyan valósuljanak meg. El kell távolodni az áldozat- és függőségi mentalitástól, és olyan programokat kell támogatni, amelyek lehetőségeket hoznak létre, támogatják a helyi kezdeményezéseket, bevonják az embereket a végrehajtásba, és fokozzák önbizalmukat saját sorsuk alakítását illetően.

A Csernobil-programok átalakításának főbb szempontjai:

- a programokat össze kell hangolni az új célkitűzésekkel;
- meg kell akadályozni a célokkal ellentétes ösztönzők létrejöttét;
- a célokat összhangba kell hozni a rendelkezésre álló erőforrásokkal.

Ebből következően bizonyos programokat erősíteni és bővíteni kell (például támogatni kell a tiszta élelmiszerek termelését, monitorozását és tanúsítványozását), miközben más programokat oly módon kell átszabni, hogy a valóban szükségét szenvedőket célozzák meg, (például a lakóhelyhez kötött kiegészítések, az egészség-helyreállítás, ingyenes étkeztetés gyerekeknek, ingyenes gyógyszerek, kötelező tömeges szűrővizsgálatok).

- **Célt juttatások:** A juttatásokhoz való jogosultság sokszor nincs összefüggésben a sugárzás egészségre gyakorolt hatásával, hanem elsősorban gazdasági-társadalmi okok határozzák meg, inkább a lakóhelytől függ, mintsem valóságos szükségletektől. Ezt a gyakorlatot az igazán szükségét szenvedők célzott megsegítésére szolgáló programokkal kell felváltani. A Csernobillal összefüggő járadékokat és előjogokat be kell építeni az általános szociális támogatási programba, amely célzott, továbbá valós szükségleteken alapszik. Szigorítani kell a „csernobili áldozat”-nak minősülő kör definícióját és hatékonyabbá kell tenni ennek alkalmazását, hogy azok élvezzék a segítség előnyeit, akik valóban szenvedő alanyai voltak a balesetnek.
- **Megfontolás tárgyává kell tenni az enyhén szennyezett területeken élő polgárok járadékainak elvonását.** Óriási összegeket költenek jelenleg olyan járadékokra, amelyek ugyan alig érződnek meg az egyes háztartásokban, mégis hatalmas terhet jelentenek a nemzeti költségvetésekre – vagy egyáltalán nem folyósítják őket az állami bevételek szűkössége miatt. Ezen túlmenően egészségtelen gyakorlat, hogy a járadékok egyedül a lakóhelytől függenek, különösen olyan helyeken, ahol a sugárzás szintje olyan alacsony, mint a háttérsugárzási szint Európa más területein. A lakosok mindaddig ne legyenek jogosultak a járadékok legnagyobb részére, amíg nem mutatható ki oksági kapcsolat a baleset és az egyén rossz egészségi állapota között. Akiknek szegénység miatt van szükségük állami segítségre, azokat egy országos, célzott és a valós szükségletek felmérésén alapuló szociális támogatási rendszerbe kell bevonni.
- **Javítani kell az egészségügyi alapellátást, beleértve a pszichológiai támogatást.** Az egészségügyi alapellátási szolgáltatások erősítésének prioritást kell élveznie a szennyezett területeken. Ennek magába kell foglalnia az egészséges életmód propagálását, a születésekkel kapcsolatos ellátásokhoz való hozzáférést és azok minőségének javítását, különös tekintettel a legszennyezettebb területekre; továbbá az elmebetegségek,

legfőképpen a depresszió diagnosztizálásának, kezelésének és pszichológiai támogatásának biztosítását. Ezzel egyidejűleg meg kell szüntetni a receptre kapható gyógyszerek és a fogászati ellátás ingyenességét, kivéve azokat az eseteket, ahol oksági összefüggés mutatható ki a baleset és az egészségi állapot között.

- **Át kell gondolni az egészség-helyreállító programokat.** A szanatóriumi kezelések és egészségügyi üdülések nem költséghatékonyak, és az ilyen üdülések csekély közvetlen hasznot jelentenek az egészségjavulás tekintetében azok számára, akik alacsony dózisu sugárterhelésnek voltak kitéve. Ezen túlmenően ezek az intézkedések határozottan olyan üzenetet hordoznak, mintha az érintett területek valamiképpen „mérgezték” lennének és ily módon alkalmatlanok arra, hogy ott emberek éljenek. Továbbá nem mindig méltányos a hozzáférés ezekhez a programokhoz. Az ide irányított pénzeszközöket jobban lehetne hasznosítani az egészségügyi alapellátásban és az egészséges életmódra való nevelésben. A nemzetközi jótékonyági szervezeteket ugyancsak fel kellene kérni, hogy gondolják át tevékenységüket. Elismerve a gyerekeknek külföldi „egészségügyi üdüléseket” biztosító programokban megtestesülő óriási jóakaratot és hatalmas erőfeszítéseket, arra kéne ösztönözni a nemzetközi jótékonyági szervezeteket, hogy energiáikat inkább olyan intézkedésekre irányítsák át, amelyek az egészségi állapot javulását mozdítják elő az érintett közösségekben – vagy pedig tevékenységükre ne a „Csernobil” címkét ragasszák, hanem valami szélesebb körre utaló jelzöt.
- **Ösztönözni kell a biztonságos élelmiszerek termelését.** További erőfeszítésekre van szükség olyan mezögazdasági termékek kifejlesztésére és támogatására, amelyeket ott is biztonságosan lehet termelni, ahol radioaktív izotópok vannak jelen a talajban. A szükséges know-how rendelkezésre áll, de bizonyos óvintézkedéseket jelenleg a szükséges pénzeszközök híján nem alkalmaznak. Nem sok intézkedés történt a tiszta élelmiszereknek magánparcellákon való előállítására, és ily módon nemigen foglalkoznak a magánfogyasztásra és a falusi piacokon eladásra kerülő élelmiszerekkel. Mivel a „tiszta élelmiszer” előállításának költsége felülmúlhat minden ésszerű piaci értéket, a kárenyhítési intézkedések népszerűsítésében nagyon lényeges a költség–haszon elemzés kihangsúlyozása.

Új módon kell közelíteni az érintett régiók gazdasági fejlesztéséhez

- **Azt a gazdaságfejlesztést kell a Csernobil hatásainak leküzdésével foglalkozó stratégiák középpontjába állítani, amelynek az a célja, hogy az érintett közösségek közép- és hosszú távon gazdaságilag és szociálisan életképesé váljanak.** Ennek érdekében az érintett egyének és közösségek kezébe kell adni az **irányítást saját sorsuk felett**, ami az erőforrások tekintetében hatékony, továbbá a baleset pszichológiai és szociális hatásainak leküzdésében is létfontosságú. Fel kell fogni végre, hogy rendkívül nagy erőforrásokra van szükség ahhoz, hogy e közösségek gazdasági helyreállítását előmozdítsuk, de azt is tudni kell, hogy **a gazdasági önellátás és a közösség saját erejébe vetett bizalma** fel fogja szabadítani azokat az óriási nemzeti erőforrásokat, amelyek jelenleg különféle támogatásokban és speciális Csernobillal kapcsolatos segélyekben vannak lekötve.
- **Javítani kell az üzleti klímát, ösztönözni kell a befektetéseket és támogatni a magánszektor fejlesztését.** Az érintett területeken a tartós fellendülés előfeltétele, hogy országos szinten stabilak legyenek a pénzügyek, jöjjön létre a nyílt versenyen alapuló piacgazdaság, továbbá az üzleti környezet legyen befektetésbarát. Az alkalmas nemzeti gazdaságpolitika ki kell, hogy egészüljön a gazdaságfejlesztés regionális és helyi szintű ösztönzését célzó kezdeményezésekkel. Gazdasági ösztönzőket, – például különleges zónák létesítését – csak az üzleti környezet javításával együtt lehet alkalmazni, mivel azok az adózási és egyéb ösztönzők, amelyek segítségével a vállalkozókat és a szakképzett munkaerőt a régióba kívánják becsalogatni, nem működnek barátságtalan üzleti környezetben, vagy a rosszul megtervezett módszerek ellentétes hatást válthatnak ki.
- **Regionális szinten támogatni kell a hazai és a nemzetközi befektetések előmozdítását célzó kezdeményezéseket,** annak érdekében, hogy javuljon a foglalkoztatás, és pozitív kép alakuljon ki az érintett területekről. A nemzetközi közösség fontos szerepet játszhat ebben az erőfeszítésben azon sikeres kezdeményezések **tapasztalatainak átadásával**, amelyeket a világ olyan részein szerzett, ahol szintén a gazdasági szerkezetváltás, a magas szintű munkanélküliség és a környezetszennyezés problémájával küszködtek. A régióban már működő helyi gazdaságfejlesztési ügynökségek tapasztalataira kell építeni olyan közvetítő szervezetek kiépítésében, amelyek érzékenyek a helyi adottságokra és áthidaló

szerepet tölthetnek be a nemzeti és nemzetközi fejlesztési testületek és segélyszervezetek között.

- Az üzleti vállalkozások támogatására szolgáló, a világ más részein már kipróbált és jól bevált technikák teljes körének bevetésével. Az érintett területeken, valamint a szomszédos községekben és városokban **ösztönözni kell a kis- és középvállalkozások létrehozását és növekedését**. Az érintett helyi gazdaságok jellege miatt különös erőfeszítésekre van szükség a **helyi mezőgazdasági és élelmiszer-feldolgozó iparágak** támogatására, a meglévő vállalatok és új vállalkozások növekedésének előmozdításán keresztül (tekintet nélkül tulajdonjogi helyzetükre).
- A helyi viszonyokhoz, az érintett területeken érvényesülő különleges körülményekhez kell igazítani a három országban és **külföldön bevált jó gyakorlatokat**, köztük a közösségekre alapuló olyan megoldásokat, mint a **hitel-, termelő- és fogyasztási szövetkezetek**. Megfelelő jogi és szervezeti kereteket kell kialakítani annak biztosítására, hogy az ilyen üzleti vállalkozások valóban megkapják a szükséges támogatást.
- A legszegényebb háztartások jövedelmének emelése érdekében **előnyben kell részesíteni a mikro-vállalkozások fejlesztését**, például a helyi szintű, pl. falusi „vállalkozásokbókrok”-ét. Az ilyen kezdeményezéseknek az ezen a területen mindinkább gyarapodó nemzetközi tapasztalatokra kell építeniük, és érzékenynek kell lenniük azokra az igen speciális problémákra, amelyek a radioaktív szennyezéstől szenvedő területeken, jórészt élelmiszer-termelésből élő lakosságot érintik.
- **Támogatni kell** az evakuálás folyamatában, valamint a Szovjetunió felbomlása következtében elveszett **közösségi struktúrák újjáépítését**. A tartós fellendülés érdekében a városokban és falvakban szükség van a társadalmi kölcsönhatások erősítésére, továbbá a **közösségi és gazdasági vezetés** támogatására.
- **Fel kell kutatni a lehetőségeket a speciális ökológiai turizmus előmozdítására** és annak a hozzájárulásnak a maximalizálására, amit ezek a területek tehetnek a **nemzetközi biológiai sokféleség** fenntartása érdekében. Még alig történt valami annak érdekében, hogy pozitív módon aknázhassuk ki azt a lehetőséget, amit az ökoszisztémába és a

kulturális környezetbe történő csökkentett emberi beavatkozás hozott létre. A biológiai sokféleség fenntartására és a kulturális értékek megőrzésére szolgáló nemzeti tervek alig veszik figyelembe ezeket a lehetőségeket. Az érintett területeket fel lehet használni arra, hogy a három ország betöltse **nemzetközi küldetését a biológiai sokféleség védelmének érdekében.**

További információ

További részletesebb ajánlások találhatóak a Csernobil által érintett területek társadalmi-gazdasági feltételeinek javításával és a közösségi élet újjáépítésével kapcsolatban, a ***Csernobili nukleáris baleset emberi következményei: egy helyreállítási stratégia*** című 2002-es ENSZ-kiadványban, valamint a Világbank ugyancsak 2002-es ***Csernobil Szemlé***-jében.