

Az általános környezeti veszélyhelyzet létrejöttét befolyásoló tényezők vizsgálata

Deme Sándor^{*1}, Pázmándi Tamás¹, C. Szabó István², Szántó Péter¹

¹MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest

²Paksi Atomerőmű Zrt., Paks

deme@aeki.kfki.hu

Investigation of parameters affecting occurrence of general environmental emergency.

Due to recommendation of the International Atomic Energy Agency general environmental emergency in the vicinity of a nuclear installation should be announced if the gamma-dose rate due to contamination of the ground surface exceeds 1 mSv/h at 1 m above the ground.

Our paper deals with investigations concerning influence of several parameters affecting occurrence of general emergency at a given release, e.g.:

- nuclide composition of the release,
- release height,
- meteorological parameters (atmospheric stability, wind speed, precipitation),

Final goal of the work is elaboration of methods to support decision making in the case of an emergency situation.

Keywords: general emergency, nuclear installation, release, decision support

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ajánlása szerint egy nukleáris létesítmény környezetében akkor jön létre a sürgős lakossági intézkedést is megkövetelő általános sugárzási veszélyhelyzet, ha a radioaktív anyagok légköri kibocsátása olyan talajfelszíni szennyezettséget okoz, hogy annak gamma-sugárzása révén 1 méteres magasságban 1 mSv/h vagy azt meghaladó dózisteljesítmény jön létre.

Előadásunkban ismertetjük azokat a számításokat, amelyekben megvizsgáltuk a veszélyhelyzet létrejöttét befolyásoló egyes tényezőket, például:

- a kibocsátás nuklid összetétele,
- a kibocsátás magassága,
- a meteorológiai tényezők (légköri stabilitás, szélesebesség, csapadék).

A munka végcélja, hogy a döntéshozók részére háttérinformációkat adjon egy esetleges általános veszélyhelyzet megállapításánál.

Kulcsszavak: általános veszélyhelyzet, nukleáris létesítmény, kibocsátás, döntéshozatal támogatás

BEVEZETÉS

A nukleáris létesítmények környezetet érintő súlyos baleseténél általános veszélyhelyzet jöhet létre, amely akár a lakosság érintett részének kitelepítésével is járhat. Megvizsgáltuk, hogy a paksi atomerőmű esetében a környezetben milyen mért dózisteljesítmény adatok alapján jelenthető ki, hogy a sugárzás intenzitása alapján általános veszélyhelyzet alakult ki.

A számításokat a "legjobb becslés" elve alapján végeztük. Ezt a módszert azért választottuk, mert a 2005-ben kiadott kormányrendelet [1] szerint a nukleáris baleseti elemzések elkészítésekor a „legjobb becslés” elvét kell alkalmazni, ahol a "legjobb becslés" elve nem alkalmazható, ott ésszerű konzervatív feltételezésekkel kell élni. A 2011-es kormányrendelet [2] ugyanezt az elvet így fogalmazza meg: A rendszerek és emberi beavatkozások sikerkritériumainak meghatározására vonatkozó elemzésekben a legjobb

becslés módszerét kell alkalmazni. Ahol a legjobb becslés módszere nem alkalmazható, ott a feltételezések konzervativizmusa miatti torzító hatást értékelni kell.

Jelen munka célja, hogy elemzéseink olyan információt szolgáltatassanak, amelyek megkönnyítik a döntéshozóknak, hogy a környezetben kialakult sugárzási helyzettől függően a telephelyen kívül élő lakosság védelme érdekében szükséges intézkedések minél egyértelműbben meghatározhatók legyenek. Az elemzések időtávja 60 perc, tekintettel arra, hogy a riasztási feladatok keretében a nukleáris veszélyhelyzet felismerése után legkésőbb 60 percen belül a nukleáris létesítmény Baleset-elhárítási Intézkedési Terve szerint kell az első tájékoztatást írásban megadni a nukleáris veszélyhelyzet ismertté vált körülményeiről és következményeiről [2].

SUGÁRZÁSI VESZÉLYHELYZET

A lakosságot is érintő sugárzási veszélyhelyzeti osztályozást a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) kiadványa [3] ismerteti. Az I. kategóriába tartozó nukleáris létesítményeknél, így például az atomerőműnél, minimálisan négy veszélyhelyzeti kategóriát (potenciális, létesítményi, helyi és általános veszélyhelyzetet) kell meghatározni (1. táblázat); minden egyes kategóriában egymástól eltérő intézkedésekre van szükség. E munkánkban csak a lakosság szempontjából legsúlyosabb kategóriával, az általános veszélyhelyzettel foglalkozunk.

1. táblázat. A négy veszélyhelyzeti kategóriához tartozó intézkedések

Potenciális veszélyhelyzet	Létesítményi veszélyhelyzet	Helyi veszélyhelyzet	Általános veszélyhelyzet
A helyzet analízisének azonnali megkezdése és a következmények enyhítése			
		Azonnali intézkedések a telephelyen tartózkodók védelmére	
		A telephelyen kívüli védőintézkedések előkészítése	
		Azonnali intézkedések a telephelyen kívül, a lakosság védelmére	

A NAÜ a veszélyhelyzeti osztály meghatározásához operatív intézkedési szinteket vezetett be, ebben az 1. operatív intézkedési szint felel meg az általános veszélyhelyzetnek (2. táblázat).

2. táblázat. Operatív intézkedési szintek (OISZ). A felsorolás az általános veszélyhelyzet (1. OISZ) és a helyi veszélyhelyzet (2. OISZ) szempontjából meghatározó tételeket tartalmazza.

OISZ	Sugárzási adat	Intézkedés, ha a sugárzási adat meghaladja az OISZ-t
1. OISZ	A talajfelszín szennyeződése révén a gamma-sugárzás dózisteljesítménye meghaladja az 1000 $\mu\text{Sv/h-t}$	– Azonnali kitelepítés vagy megfelelő elzárkóztatás
2. OISZ	A talajfelszín szennyeződése révén a gamma-sugárzás dózisteljesítménye meghaladja a 100 $\mu\text{Sv/h-t}$	– A helyi termesztésű élelmiszereknek és a legeltetett állatok tejének fogyasztását meg kell tiltani

Az operatív intézkedési szintek alapján látható, hogy a helyi veszélyhelyzetnek és az általános veszélyhelyzetnek megfelelő sugárzási adatok között egy nagyságrend eltérés van.

A környezetet érintő nukleáris balesetre vonatkozó hazai szabályozás [4] szerint védelmi intézkedést kell fogantatosítani, ha az elkerülhető sugárterhelés meghaladja az intézkedésnek megfelelő beavatkozási szintet. Továbbá:

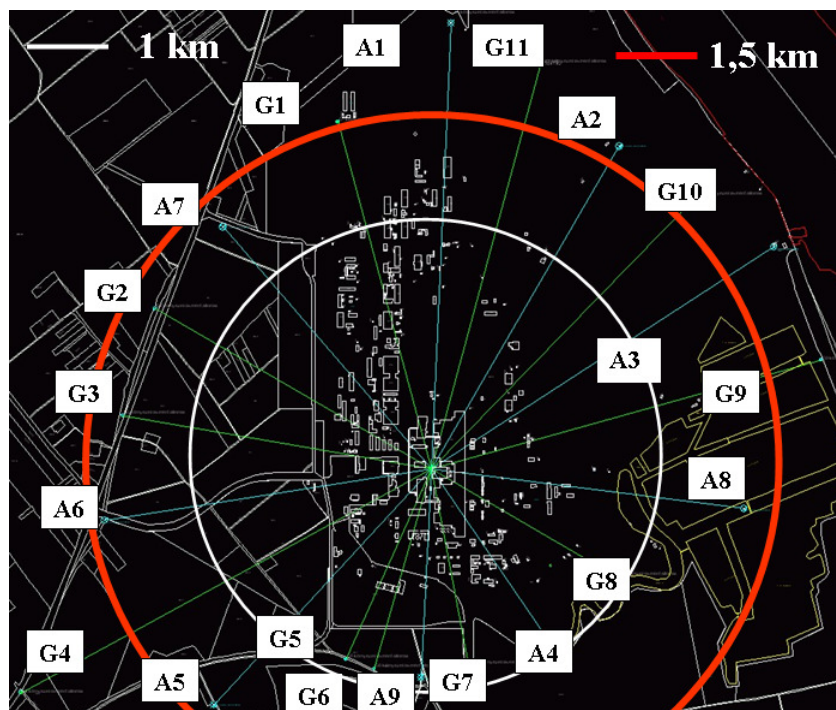
1. A beavatkozási szint elkerülhető (effektív vagy egyenérték-) dózisban van kifejezve.
2. A beavatkozási szintekben meghatározott, elkerülhető dózisokat a lakosságból választott csoportokra vonatkozó átlagértékeknek kell tekinteni.
3. Optimált, általános beavatkozási szintek csak sürgős védelmi intézkedésekre (elzárkóztatás és kimenekítés) vonatkoznak.

Elzárkóztatást kell elrendelni, ha az effektív dózis eléri a 10 mSv értéket 2 napnál nem hosszabb időszak alatt; a kitelepítés kritériuma pedig az, ha az effektív dózis eléri 50 mSv értéket 1 hétnél nem hosszabb időszak alatt.

Tanulmányunkban a NAÜ kritériumok szerinti besorolást vizsgáljuk meg, de a kapott eredményeket összevetjük a hazai szabályozással is.

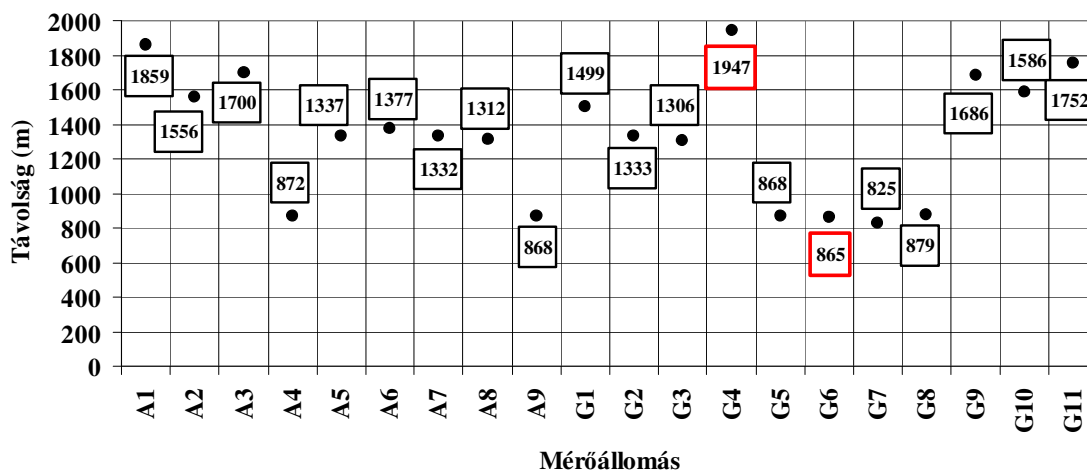
A KÖRNYEZETI GAMMA-SUGÁRZÁS MÉRÉSI PONTJAI A PAKSI ERŐMŰNÉL

A paksi atomerőmű környezetében húsz olyan mérőpont van, amelyeken egy-egy Bitt gyártmányú gamma-sugárzás mérő detektor (Bitt szonda) méri a környezeti sugárzás dózisteljesítményét 10 nSv–10 Sv/h tartományban. A mérőpontok (A és G típusú állomások) 0,8–2 km-es távolságban helyezkednek el az erőmű két szellőzőkéményének középpontjához képest (1. ábra).



1. ábra. Az A és G típusú állomások, a környezeti gamma-sugárzás mérőpontjai. A fehér kör sugara 1 km, a piros köré 1,5 km az erőmű kéményeinek középpontjától számítva.

Az egyes állomásoknak a kémények középpontjától való távolságát a 2. ábra mutatja. A legkisebb távolság 865 m, a legnagyobb 1947 m. Ez azt jelenti, hogy a terjedésszámításnál a legkisebb távolságnak kerekítve 850 m-nek kell lennie.



2. ábra. Az egyes állomások távolsága a szellőzőkémények középpontjától

Az A típusú állomások a gamma-sugárzás dózisteljesítményének mérése mellett a levegő aktivitáskoncentrációjának távmérésére, levegőminta vételére, a kihullás mintavételezésére is alkalmasak. Az állomás fényképét a 3. ábra mutatja.



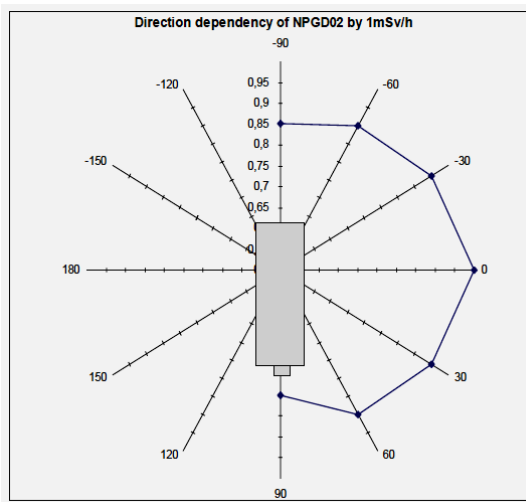
3. ábra. Az A típusú állomás fényképe. A gamma-sugárzást mérő detektort piros körrel jelöltük.

A kilenc darab A típusú állomást további tizenegy darab G típusú állomás egészíti ki (4. ábra), melyek csak a gamma-sugárzás dózisteljesítményét mérik.

Az A és a G típusú állomásokon azonos, Bitt gyártmányú, NP GD02 típusú gamma-sugárzást mérő detektorok vannak. A detektor fényképét és érzékenységének irányfüggését az 5. ábra mutatja. A detektor érzékeny térfogatának középpontja 1 m magasan helyezkedik el a talaj felszíne fölött. A detektor kalibrálási iránya a henger tengelyére merőleges, a talaj felől érkező sugárzást a detektor a kalibráláshoz képest 80–90%-os hatásfokkal méri. A detektor alatt a talajfelszín a természetes növénytakarónak felel meg, azaz alatta fű van.



4. ábra. A G típusú állomás.
A gamma-sugárzást mérő detektor a piros körben látható.
Az állomás tápfeszültségét napelem adja.



5. ábra. A gamma-sugárzás detektor (Bitt szonda) és érzékenységének irányfüggése

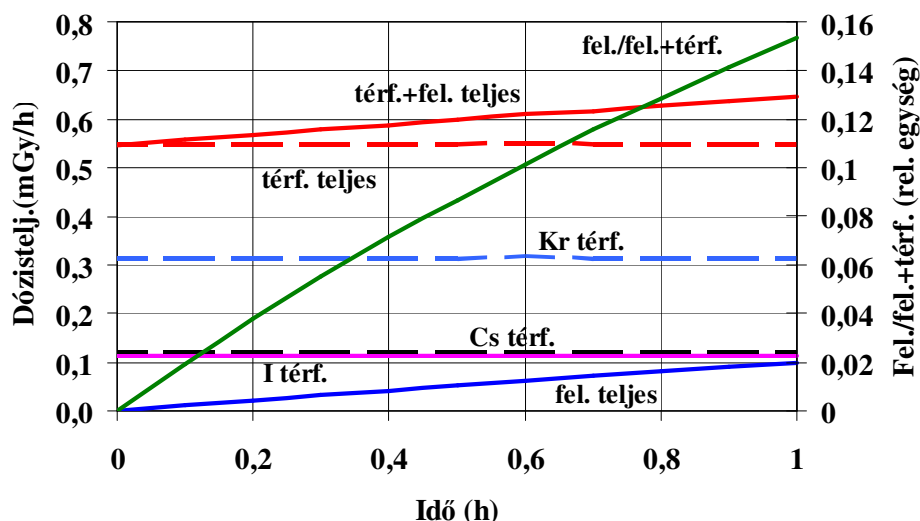
MIT MÉR A GAMMA-SUGÁRZÁS DETEKTOR

A gamma-sugárzás jelzésének értékelésénél figyelembe kell venni, hogy a detektor a talajfelszín szennyeződéséből eredő sugárzással együtt méri a környező légtérben lévő radionuklidok sugárzását és a detektor felszínének elszennyeződéséből eredő sugárzást is. Ez utóbbi komponenst elhanyagoljuk, ez az elhanyagolás ésszerű konzervatív feltételezésnek tekinthető.

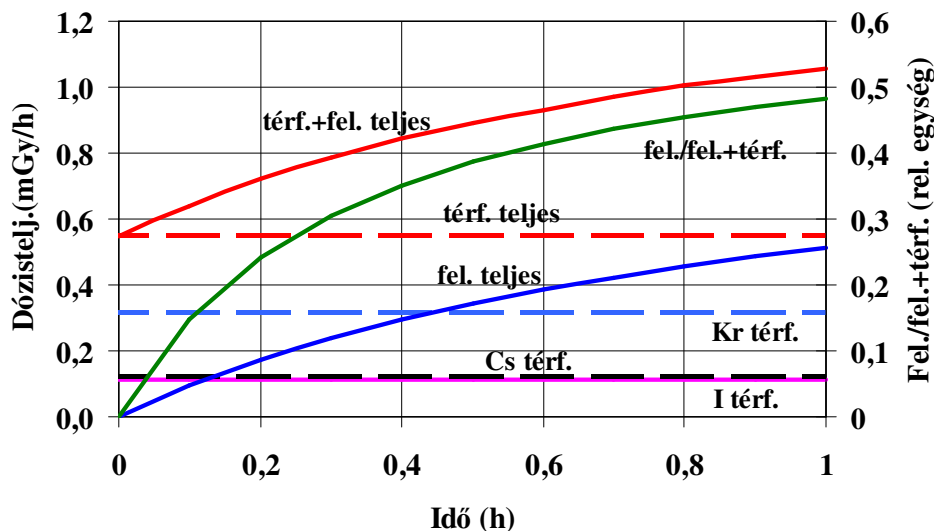
A következőkben megvizsgáljuk, hogy a detektor jelzésének mekkora része ered a talaj felszínének elszennyeződéséből. A mintaszámításnál példaként feltételezzük, hogy a légtérben folyamatosan azonos, $1 \cdot 10^6$ Bq/m³ térfogati aktivitáskoncentrációval van jelen a ⁸⁷Kr, az elemi ¹³¹I és a ¹³⁷Cs. A számításoknál a száraz kiülepedési sebesség az elemi ¹³¹I-nél $5 \cdot 10^{-3}$ m/s, míg ¹³⁷Cs-nél $1 \cdot 10^{-3}$ m/s, a kimosás effektív sebessége 5 mm/h intenzitású esőnél mindkét nuklidra $3,5 \cdot 10^{-2}$ m/s.

A légtér és a talajfelszín szennyeződéséből eredő gamma-dózisteljesítményt a Microshield programmal [5] számítottuk ki. A

6. ábra száraz időjárásnál, a 7. ábra esőnél mutatja a detektor jelzésének összetevőit, valamint azt, hogy a jelzés mekkora hányada ered a talajfelszíni szennyezés gamma-sugárzásából a teljes (talajszennyezés és légtéri) jelzéshez képest.

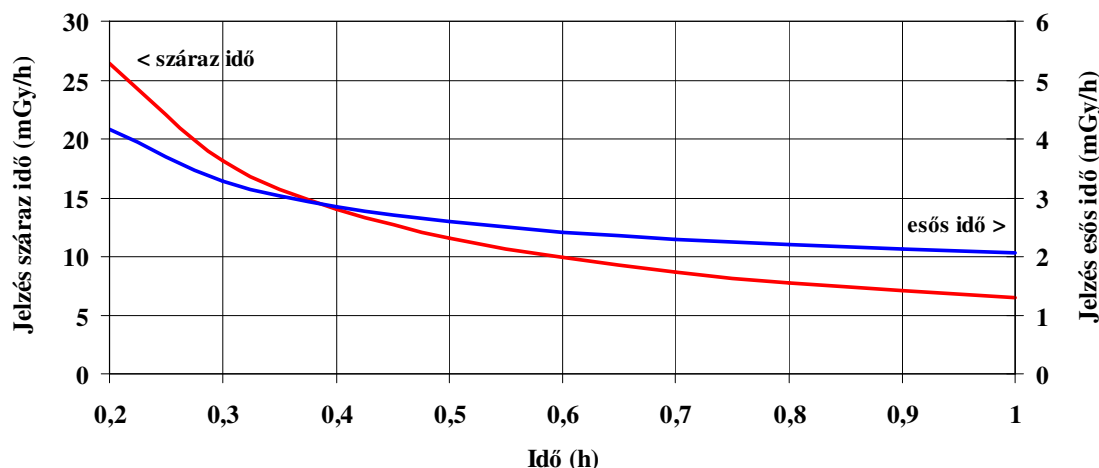


6. ábra. A detektor jelzésének összetevői és a felületi talajszennyeződésből eredő hányada a teljes jelzéshez képest száraz időjárásnál a kibocsátás kezdetétől eltelt idő függvényében



7. ábra. A detektor jelzésének összetevői és a felületi talajszennyeződésből eredő hányada a teljes jelzéshez képest 5 mm/h intenzitású esőnél a kibocsátás kezdetétől eltelt idő függvényében.

Az ábrák alapján megállapítható, hogy száraz időben a talajszennyeződésből eredő jelzés csak az egy órás kibocsátás végén éri el a teljes jelzés 15%-át. Ez azt jelenti, hogy csak mintegy 15 mSv/h teljes jelzés esetén lesz a talajfelszín szennyeződésből eredő jelzés 1 mSv/h. Esős időben az egy órás kibocsátás végén már a jelzés több mint 50%-a ered a talajfelszín szennyeződésből. A két időjárási helyzetre vonatkozóan a 8. ábra alapján becsülhető meg a kibocsátás kezdetétől eltelt idő függvényében – a példaként megadott nuklidösszetételnél – milyen detektorjelzésnél tételezhető fel, hogy a talajra kiülepedett radionuklidok révén általános veszélyhelyzet lépett fel.



8. ábra. Az általános veszélyhelyzet létrejöttéhez szükséges detektorjelzés a kibocsátás kezdetétől eltelt idő függvényében a példaként megadott nuklidösszetételnél száraz időben és 5 mm/h intenzitású esőnél

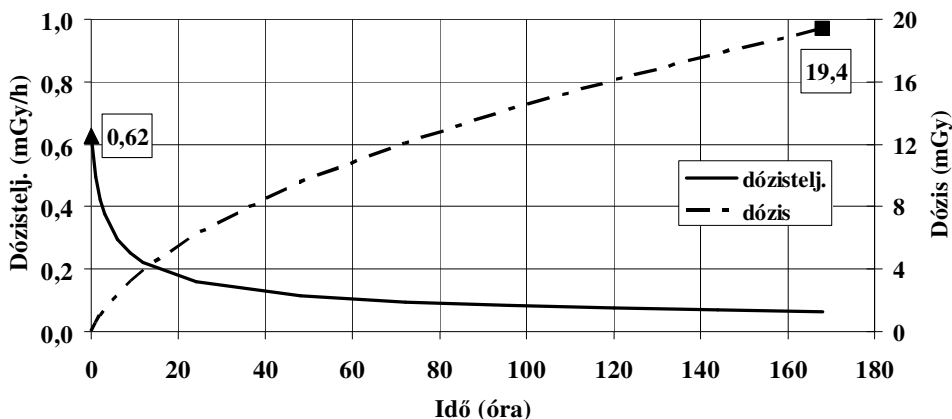
A NAÜ AJÁNLÁS ÉS A HAZAI SZABÁLYOZÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Előző példánkban három nuklidcsoport (nemesgáz, elemi jód és aeroszol) szerepelt. A továbbiakban egy olyan esetet vizsgáltunk, amelynél a kibocsátás a fűtőelemek részaktivitásából származik. A részaktivitás nuklidösszetételénél a legjobb közelítéssel megadhatót vettük alapul. Feltételeztük, hogy nagy csőtöréses üzemzavarkor ez a részaktivitás teljes egészében a primerköri közegbe kerül, és ebből a közegből a nemesgázok teljes mennyisége, a halogéneknek 67%-a, az aeroszoloknak pedig 10%-a a hermetikus tér levegőjébe kerül, ahonnan az egész légköri aktivitás a környezetbe jut (3. táblázat).

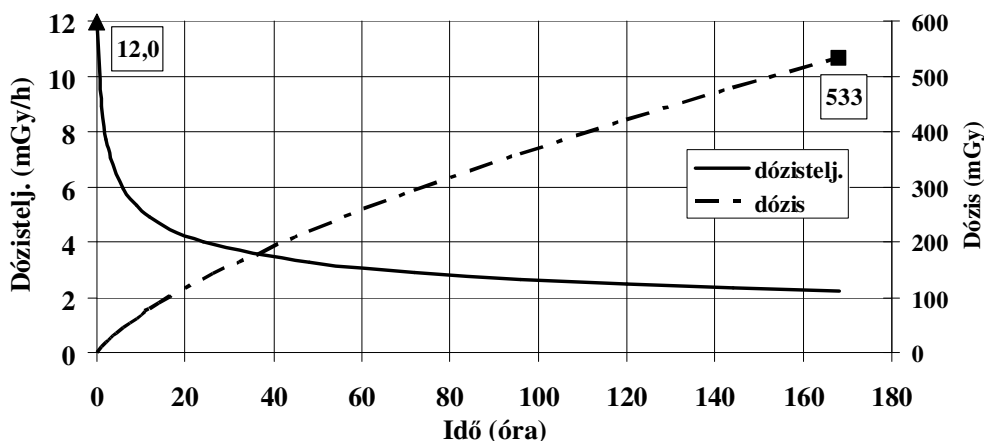
3. táblázat. A részaktivitásból származó radionuklidok környezeti kibocsátása, valamint az egyes nuklidok és nuklidcsoportok hányada

Csoport	Nuklid	Felezési idő (óra)	Kibocsátás (Bq)	Hányad (rel. egység)	Csoport hányad (%)
Nemesgázok	^{85m} Kr	4,48	1,02E+13	3,00E-02	70,2
	⁸⁵ Kr	94000	3,25E+12	9,56E-03	
	⁸⁷ Kr	1,272	1,03E+13	3,03E-02	
	⁸⁸ Kr	2,84	1,79E+13	5,26E-02	
	^{131m} Xe	285,6	1,03E+12	3,03E-03	
	¹³³ Xe	125,88	1,51E+14	4,44E-01	
	^{135m} Xe	0,255	4,79E+12	1,41E-02	
	¹³⁵ Xe	9,09	2,04E+13	6,00E-02	
Halogének	¹³⁸ Xe	0,236	1,99E+13	5,85E-02	17,7
	¹³¹ I	192,96	1,45E+13	4,26E-02	
	¹³² I	2,3	7,05E+12	2,07E-02	
	¹³³ I	20,8	1,68E+13	4,94E-02	
	¹³⁴ I	0,8767	9,22E+12	2,71E-02	
	¹³⁵ I	6,61	1,20E+13	3,53E-02	
Aeroszolok	⁸⁴ Br	0,53	6,48E+11	1,91E-03	12,1
	⁸⁸ Rb	0,297	3,83E+11	1,13E-03	
	⁸⁹ Sr	1212	4,85E+12	1,43E-02	
	⁹⁰ Sr	255000	5,09E+11	1,50E-03	
	⁹² Sr	2,71	1,08E+12	3,18E-03	
	⁹⁵ Zr	1535,5	4,87E+12	1,43E-02	
	⁹⁵ Nb	843,6	3,73E+12	1,10E-02	
	⁹⁷ Nb	1,2	1,19E+11	3,50E-04	
	¹⁰³ Ru	942,7	2,93E+12	8,62E-03	
	¹⁰⁶ Ru	8847,6	1,33E+12	3,91E-03	
	¹³² Te	78,2	2,45E+12	7,21E-03	
	¹³⁴ Cs	18100	6,10E+11	1,79E-03	
	¹³⁷ Cs	263000	6,55E+11	1,93E-03	
	¹³⁸ Cs	0,537	1,08E+12	3,18E-03	
	¹³⁹ Ba	1,378	1,26E+12	3,71E-03	
	¹⁴⁰ Ba	305,8	4,66E+12	1,37E-02	
	¹⁴⁰ La	40,27	2,69E+12	7,91E-03	
	¹⁴¹ Ce	780	3,22E+12	9,47E-03	
¹⁴⁴ Ce	6823,2	4,58E+12	1,35E-02		
¹⁴⁴ Pr	0,288	4,42E+10	1,30E-04		
Összesen			3,40E+14	1,00E+00	100

E kibocsátási adatok alapján a PC COSYMA programmal [6] meghatároztuk 120 m-es kibocsátási magasságra, 5 m/s-os szélességre a kibocsátási ponttól 1,5 km-re a talajfelszínre kirakódott radionuklidoktól származó dózisteljesítmény és dózis időfüggését a kibocsátás utáni egy hétre, azaz 168 órára. A száraz időre kapott eredményt a 9. ábra, míg az esős időre vonatkozót a 10. ábra adja meg.



9. ábra. A 3. táblázatban megadott kibocsátás talajszennyezéséből eredő dózis és dózisteljesítmény időfüggése a forrástól 1,5 km-re száraz időjárásnál

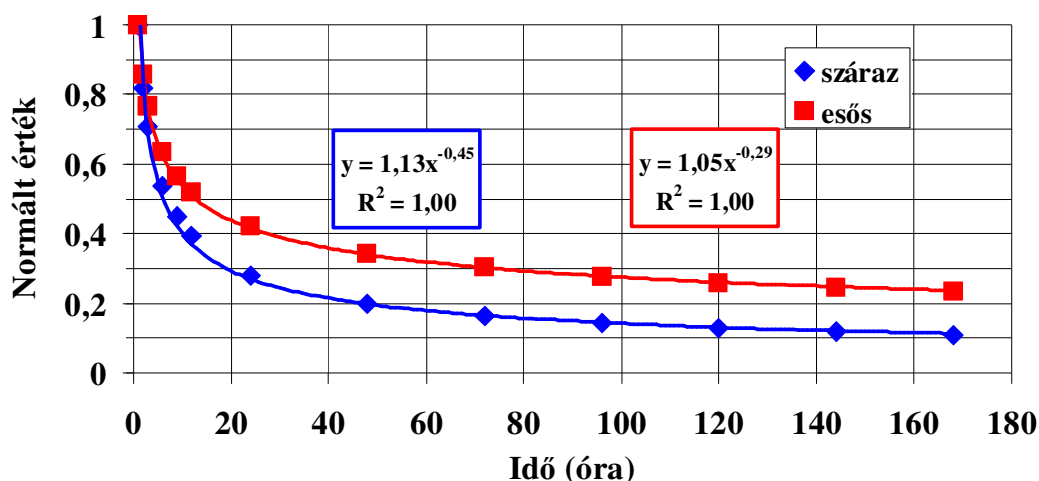


10. ábra. A 3. táblázatban megadott kibocsátás talajszennyezéséből eredő dózis és dózisteljesítmény időfüggése a forrástól 1,5 km-re 5 mm/h intenzitású esőnél

Megállapítható, hogy száraz időjárás esetében a talajszennyezésből eredő maximális dózisteljesítmény 0,62 mGy/h, ami nem éri el az általános veszélyhelyzetet jelentő 1 mGy/h értéket. Ugyanakkor esős időben a számított maximális dózisteljesítmény 12 mGy/h, ami sokszorosa az 1-es operatív intézkedési szintnek, azaz 12-szeresen meghaladja a dózisteljesítmény az általános veszélyhelyzetnek megfelelő 1 mSv/h szintet. A számítások a dózist levegőre vonatkozó mGy/h-ban adják meg. Ezt az értéket csak viszonyításként használtuk, ezek a viszonyítási számok közel azonosak lesznek a környezeti dózisegyenértékek viszonyítási számával.

Az esős időre számított dózisteljesítmény 19-szerese a száraz időre számítottnak. Ha 168 óra alatti, azaz egy hetes dózist veszünk figyelembe, ez az arány 27-szeresre növekszik. (Az esős és száraz időjárás a kibocsátás idejére vonatkozik.)

A fenti adatokat alapul véve az első óra végére 1 mGy/h-ra normáltuk mind a száraz, mind az esős időre vonatkozó dózisteljesítményeket (11. ábra). Látható, hogy a kezdeti dózisteljesítmény esős időben lassabban csökken, mint száraz időben. Ennek oka, hogy esős időjárásnál a hosszabb felezési idejű aeroszolok részaránya a talajon megnő a rövidebb felezési idejű halogénekhez képest. (A halogének száraz kiülepedési sebessége ötszöröse az aeroszolokénak, míg a kimosási sebesség mindkét csoportnál azonos.) Az illetett görbe nagyobb negatív kitevője is azt mutatja, hogy a dózisteljesítmény száraz időben gyorsabban csökken, mint csapadékos idő esetén.



11. ábra. Az egy óra időtartamú kibocsátás után a talajfelszíni sugárzás 1. óra végére normált relatív intenzitása az eltelt idő függvényében. Megadjuk a görbékhez illesztett függvények egyenletét is.

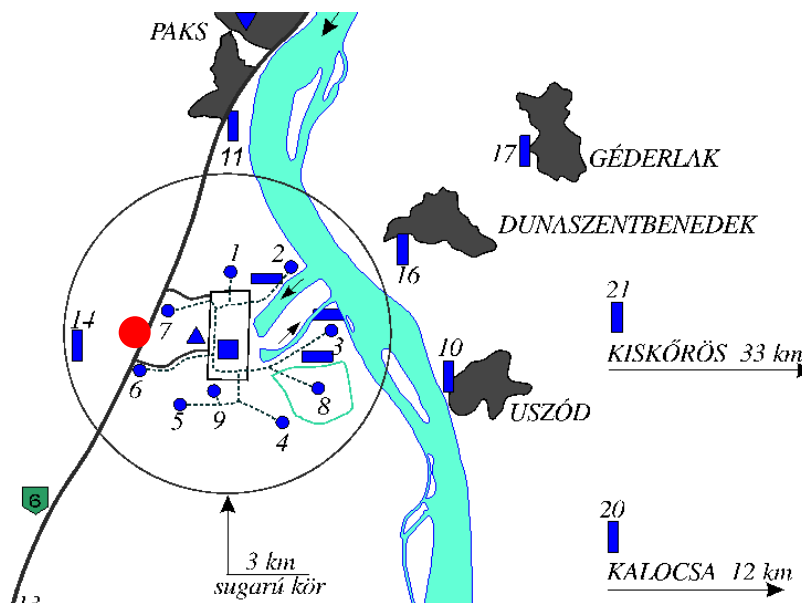
A számítás adatait felhasználva megállapítottuk, hogy 1 mSv/h kezdeti dózisteljesítménynél az egy hetes dózis száraz időjárásnál 34 mSv, illetve az eső révén történt talajszennyeződésnél 56 mSv. Ezek az értékek összhangban vannak a hazai szabályozásban szereplő egy hetes 50 mSv dózismegtakarítás értékkel, amelynél el kell rendelni a kitelepítést. A dózismegtakarítás kiszámításához szükséges a kibocsátás (forrástag) ismerete, aminek meghatározása nagyon bizonytalan, ugyanakkor az e közleményben ismertetett módszernél nincs szükség a forrástag ismeretére, csupán a mért dózisteljesítményekre és a meteorológiai adatokra.

A VÁRHATÓ LAKOSSÁGI DÓZISTERHELÉS BECSLÉSE A GAMMA-SUGÁRZÁS DETEKTORRAL MÉRT ADATOK ALAPJÁN

A lakosságra vonatkozó intézkedés alapja, hogy az 1. operatív intézkedési szintnek megfelelő átlagos dózisteljesítmény a lakosság tartózkodási helyén lépjen fel, ugyanakkor a mérési adatok zömmel az erőműtől 1–1,5 km-es távolságban állnak rendelkezésre. Ennek megfelelően a mért dózisteljesítményt át kell számítani az érintett településre.

Az erőmű környékének térképvázlatát a 12. ábra mutatja. A legközelebbi lakott hely a térképen jelzett 6. és 7. mérőpont közelében lévő Csámpa pusztá, mintegy 200 lakossal. E

településre vonatkozó dózisteljesítmény adatok a mérőpontok révén közvetlenül rendelkezésre állnak. Az erőmű 5 km-es körzetében van még Paks déli része, Dunaszentbenedek és Uszód.



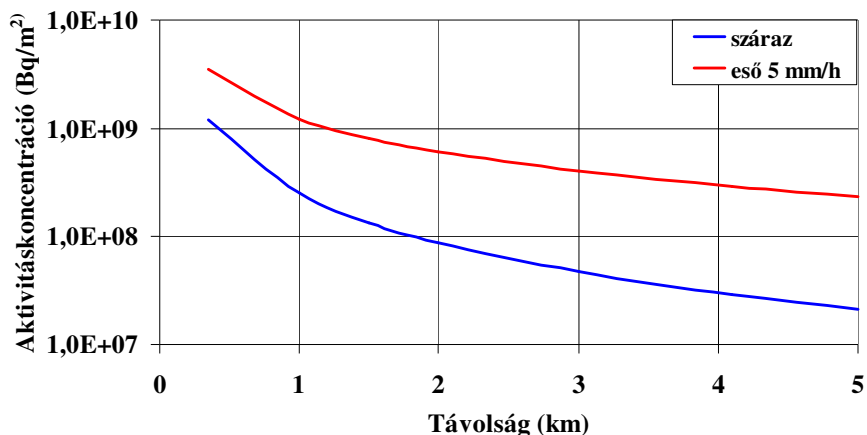
12. ábra. A paksi erőmű közli környezetének térképvázlata. A legközelebbi lakott települést, Csámpa pusztát a 6. és 7. mérőpont között piros pont jelöli.

A 13. ábra mutatja a kiülepedés távolságfüggését száraz és esős időben $5,5 \cdot 10^{15}$ Bq ^{131}I talajszíni kibocsátás esetére, D stabilitási kategóriánál. Az ábra alapján megállapítható, hogy a talaj szennyeződése esős időben közelítőleg egy nagyságrenddel nagyobb lesz, mint száraz időben. A mérőállomás és a település közötti átnormálást csak a két érték távolságfüggése szabja meg.

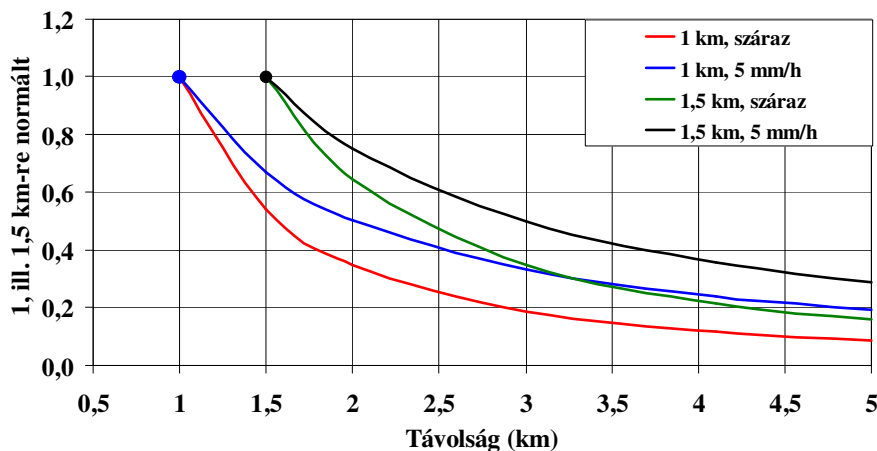
A 14. ábra az 1 és az 1,5 km-es távolságú mérőállomás pozícióra adja meg az átnormálási tényező távolságfüggését. Az ábra alapján például meghatározható, hogy ha a referencia állomás távolsága 1 km és a településé 5 km, akkor a településen száraz idő esetén a dózisteljesítmény a mért érték 0,1, esőnél pedig 0,2-ed része lesz, míg 1,5-km-es mérési pontnál az értékek 0,15, illetve 0,3.

Összegezve a leírtakat megállapítható, hogy száraz időben, 1,5 km-es mérési pont távolságnál és 5 km-es település távolságnál, egy órával a kibocsátás kezdete után a légköri gamma-sugárzás zavaró hatása miatt tízszeres (

6. ábra), a távolságfüggés miatt hétszeres (14. ábra), összességében mintegy hetvenszeres korrekcióra van szükség, tehát a gamma-sugárzás detektornak 70 mSv/h értéket kell mutatnia ahhoz, hogy az érintett településen általános veszélyhelyzet lépjen fel.

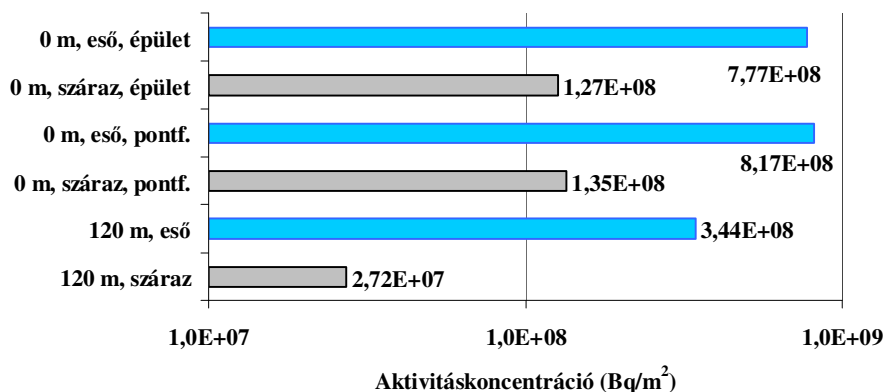


13. ábra. A kiülepedés távolságfüggése száraz és esős időben $5,5 \cdot 10^{15}$ Bq ^{131}I talajszinti kibocsátás révén, D stabilitási kategóriánál



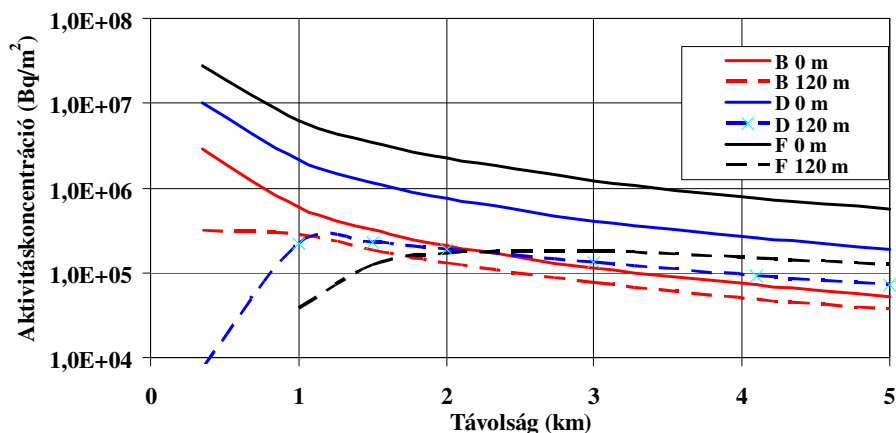
14. ábra. Az átnormálási tényező távolságfüggése az 1 és az 1,5 km-es távolságú mérőállomás pozícióinál

Az eddigiekben feltételeztük, hogy a kibocsátás pontszerű és 0 méteres magasságban történik. A 15. ábra mutatja, hogy mennyire különbözik a PC COSYMA programmal [6] 1,5 km-re számított aktivitáskoncentráció, ha a kibocsátás talajszinten pontszerű vagy 200 m széles és 40 m magas épületből, valamint 120 m magas pontforrásból történik. A számításokban szereplő forrás $5,5 \cdot 10^{15}$ Bq ^{131}I , a stabilitási kategória D. A számítások alapján megállapítható, hogy az 1,5 km-es távolságon – azonos időjárási körülmények között – az épülethatás nem nagyobb 6%-nál, viszont a kibocsátási magasság fontos befolyásoló tényező.



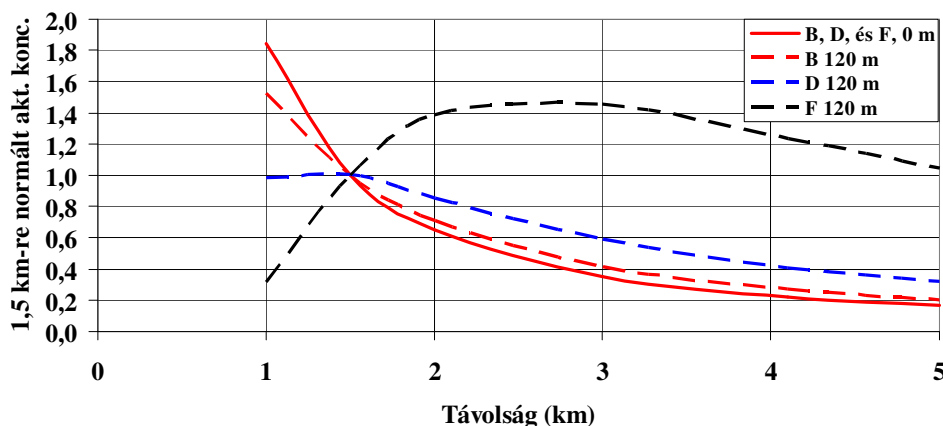
15. ábra. A PC COSYMA programmal [6] 1,5 km-re számított aktivitáskoncentráció hat különböző esetre. A forrás $5,5 \cdot 10^{15}$ Bq ^{131}I , a stabilitási kategória D.

Az eddigiekben feltételeztük, hogy a stabilitási kategória D. A továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy a stabilitási kategória mennyiben befolyásolja az átnormálási tényezőt. A 16. ábra hat esetre számított aktivitáskoncentráció távolságfüggést mutat be B, D és F stabilitási kategóriára, 0 és 120 m magasságú kibocsátással. Látható, hogy a 0 m magasan történő kibocsátásnál a B és az F kategóriáknál kialakuló aktivitáskoncentrációk között egy nagyságrend különbség van, ugyanakkor a 120 m magas kibocsátásnál a kép összetett: 1 km-es távolságnál még a B kategóriához tartozik a legnagyobb aktivitáskoncentráció, 3 km-es távolságnál a sorrend az ellenkezőjére vált.



16. ábra. Hat esetre számított aktivitáskoncentráció távolságfüggés B, D és F stabilitási kategóriára, mindegyiknél 0 és 120 m magasságú kibocsátással

A 17. ábra az 1,5 km-es távolságról történő átnormálás tényezőit mutatja B, D és F stabilitási kategóriánál talajközeli (0 m) és szellőzőkémény (120 m) kibocsátás esetére. Az 5 km-re történő átnormálási tényezők 0,2–0,4 tartományban vannak, kivéve a 120 m magasságban F kategória esetén történt kibocsátást, ahol az átnormálási tényező akár 1-nél nagyobb is lehet. Ennek oka az, hogy a szennyeződés 1,5 km-es távolságban kisebb, mint az ennél nagyobb távolságokban.



17. ábra. Átnormalizációs tényezők az 1,5 km-es távolságra lévő mérőpont esetében B, D és F stabilitási kategóriánál talajszintű és 120 m-es kibocsátás esetén, száraz időben

KÖVETKEZTETÉSEK

A NAÜ ajánlásnak megfelelően általános sugárzási veszélyhelyzet keletkezik, ha baleseti radionuklid kibocsátás révén a talajfelszín szennyezettségéből eredő gamma-sugárzás dózisteljesítménye eléri az 1 mSv/h értéket. Vizsgálataink szerint a paksi erőmű környezetében elhelyezett gamma-sugárzás detektorok (Bitt szondák) jelzésénél – még az egy órás tartamú kibocsátás végén is (különösen száraz idő esetén) – a detektort körülvevő légtérben lévő nuklidok gamma-sugárzása dominál, ezért a mért adatokat csak jelentős korrekcióval lehet használni a talajszennyezettségéből eredő sugárzás meghatározásához, és további korrekcióra van szükség a detektoroknál távolabbi településekre vonatkozó átszámításhoz. A korrekciókra feltétlenül szükség van, ha az általános veszélyhelyzet megítélésénél a talajszennyeződés gamma-sugárzásának dózisteljesítménye tekinthető mértékadónak és az értékelés a "legjobb becslés" elve alapján történik.

Tanulmányunk csak a legfontosabb korrekciós tényezőket mutatja be, de az általunk kidolgozott módszer alapul szolgálhat a különböző baleseti szcenáriókra vonatkozó korrekciók meghatározására, amikre feltétlenül szükség van, ha a döntéshozók a környezeti gamma-sugárzás mérési adatai alapján kívánják az általános veszélyhelyzetet elrendelni.

IRODALOM

- [1] A Kormány 89/2005. (V.5.) korm. rendelete a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről. Melléklet.
- [2] 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről
- [3] Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, GSG-2-Pub 1467 (2011)
- [4] 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
- [5] MicroShield 6.20. Gamma-sugárzás árnyékolást számító programcsomag. Grove Engineering. 2004
- [6] PC COSYMA An accident consequence assessment package for use on a PC. EUR 16239, 1996

A pályamű a SOMOS Alapítvány támogatásával készült