



NEMZETI
KÖZSZOLGÁLATI
EGYETEM
LUDOVIKA

*Természeti Katasztrófák Csökkentésének Világnapja
Nemzetközi Tudományos Konferencia*

Budapest, 2021. október 20.

Atomerőmű földrengésveszélyes övezetben - Fukushima tanulságai

*Dr. habil. Dobor József PhD, t. a. lez., egyetemi docens
Prof. Em. Dr. Pátzay György, egyetemi tanár*

*Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Rendészettudományi Kar,
Katasztrófavédelmi Intézet, Iparbiztonsági Tanszék*

Bemutatókozás

Prof. Em. Pátzay György
egyetemi tanár

Nemzeti Közszolgálati Egyetem,
Rendészettudományi Kar,
Katasztrófavédelmi Intézet, Iparbiztonsági Tanszék

E-mail: patzay.gyorgy@uni-nke.hu

Dr. habil. Dobor József
egyetemi docens

Nemzeti Közszolgálati Egyetem,
Rendészettudományi Kar,
Katasztrófavédelmi Intézet, Iparbiztonsági Tanszék

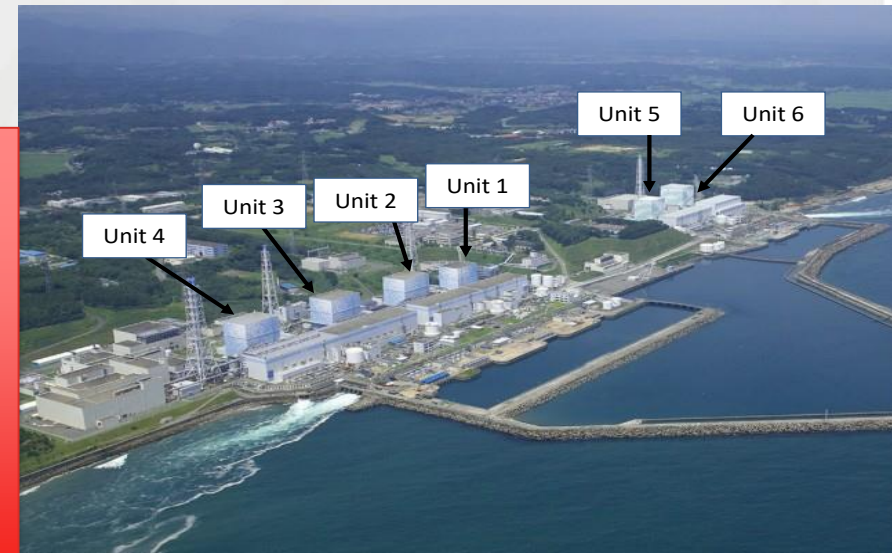
E-mail: dobor.jozsef@uni-nke.hu



Földrengés és Szökőár

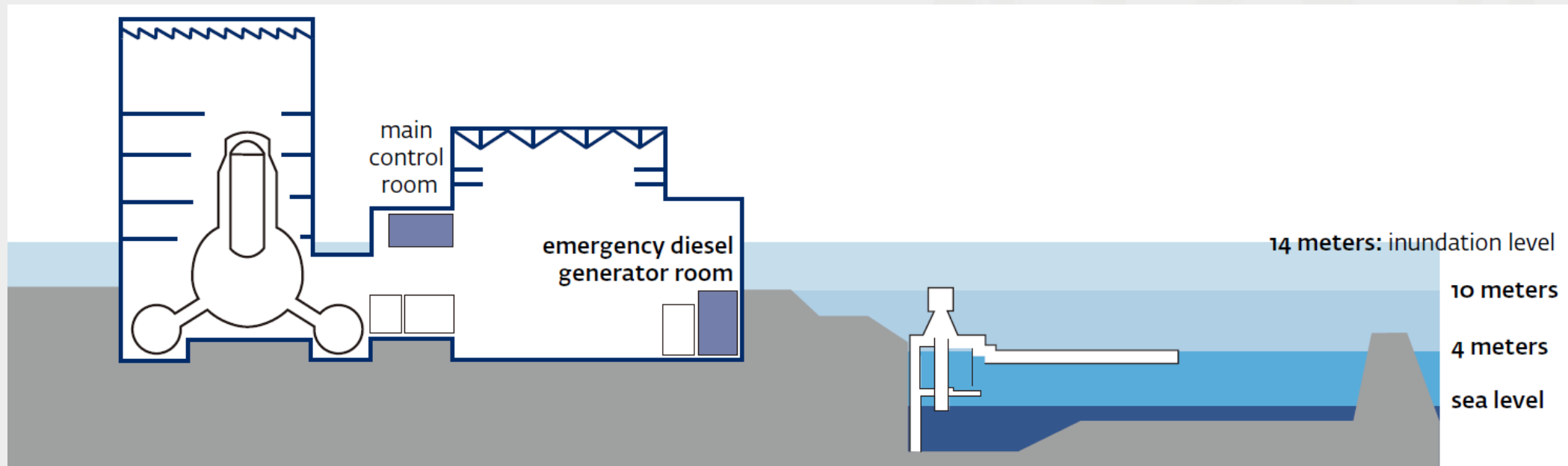
- 2011. Március 11., péntek, 14:36 helyi idő szerint
- 9,0 erősségű földrengés Tokiótól 250 km-re északkeletre
- Ez a földrengés az ötödik legnagyobb volt a világon (1900 óta)
- A földrengés 13 méteres cunamit generált, amely megrongálta a Tohoku térség part menti területeit, beleértve a fukusimai prefektúrát is.

A baleset következtében mintegy 150 ezer embert evakuáltak. Az adatok szerint 167 erőműben dolgozó szakember kapott 100 mSv dózist a beavatkozások alatt. Becslések szerint Fukushima prefektúrában 1800 négyzetkilométernyi területet szennyeznek be évente 5 milliszivevertnyi (mSv) vagy magasabb sugárzási dózissal (fallout). A nem megfelelő evakuálási tervezés (a japán hatóságok részéről) sok lakost szükségtelen sugárzásnak tett ki.



A földrengés azonnali következményei

- Az üzemelő reaktorok (1.-2.-3.) vészleállása
- Tartalék dízelgenerátorok léptek működésbe, melyek azonnal megkezdték az 1.-2.-3.-4.-5.-6. reaktorok hűtését



Forrás: The National Diet of Japan Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission

A szökőár azonnali következményei

- A szökőár elárasztotta a vészhűtés berendezéseit, beleértve az dízelgenerátorokat és akkumulátorokat is, ami az 1.-2.-3.-4.-5. reaktorokat érintette
- Hűtés híján az üzemanyag megolvadt az 1.-2.-3. reaktorban, és radioaktív anyagok kerültek a levegőbe
- Hidrogénrobbanások történtek (1., 3., 4. reaktorban), melyek kárt okoztak az 1., 3. és 4. reaktorokat ellátó épületekben.
- Mind a 6 reaktor hűtése leállt.



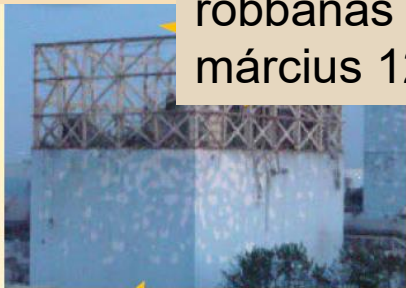
Az reaktorblokkok jellemzői a káresemény előtt

	1. Reaktor	2. Reaktor	3. Reaktor	4. Reaktor	5. Reaktor	6. Reaktor
névleges teljesítmény MWe	460	784	784	784	784	1100
üzembe-helyezés	1971 márc.	1974. júl.	1976. márc.	1978. okt.	1978. ápr.	1979. okt.
reaktor típus	BWR-3	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-5
reaktorok állapota a baleset pillanatában	üzemben	üzemben	üzemben	nem üzemel, karbantartás alatt, fűtőelemek hűtőmedencé-ben	nem üzemel, karbantartás alatt	nem üzemel, karbantartás alatt

Mi történt a 6 reaktorral?

1. reaktor

Hidrogén-
robbanás
március 12-én



2. reaktor

Radioaktív
izotópok
kijutása
március 13-án



3. reaktor

Hidrogén-
robbanás
március 14-én

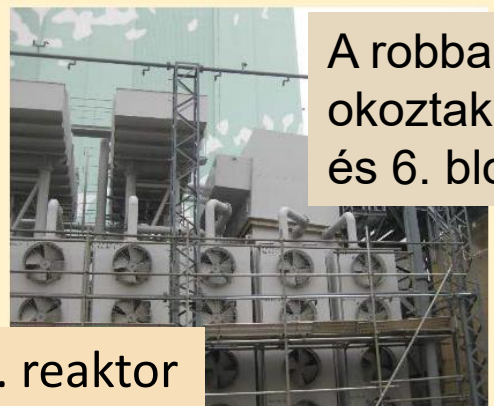


Hidrogén-
robbanás
március 15-én

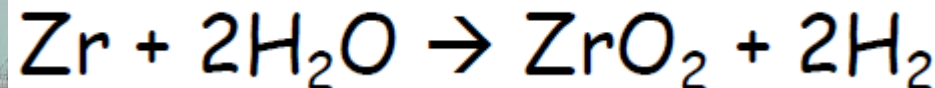


4. reaktor

A robbanások nem
okoztak kárt az 5.
és 6. blokkban



5. reaktor



6. reaktor



1. Reaktor	Hidrogénrobbanás, reaktor mag megolvadása
2. Reaktor	Robbanás a nyomáscsökkentő medence területén. reaktor mag megolvadása
3. Reaktor	Hidrogénrobbanás, gőzrobbanás, reaktor mag megolvadása
4. Reaktor	Hidrogénrobbanás, a hidrogén a 2. vagy 3. egység csővezetékeiből került a rendszerbe

Események időrendben

a riasztási szint 500 nSv/óra

- 2011. március 12., 15:36, hidrogénrobbanás a 1. reaktorban
- 2011. március 13., hajnal, szennyezettségi szint 40 Bq/cm²
- 2011. március 13., 14:31, dózisteljesítmény 300 mSv/h (a 3. reaktor északi részénél)
- (300 mSv/h = 300 000 μSv/h = 300 000 000 nSv/h)
- 2011. március 14., 11:01, hidrogénrobbanás a 3. reaktorban
- 2011. március 15., 06:00, hidrogénrobbanás a 4. reaktorban
- 2011. március 15., 09:00, dózisteljesítmény levegőben 11,93 mSv/h
- 2011. március 15., 23:05, dózisteljesítmény a bejárat közelében 500 μSv/h

A természetes gamma háttérsugárzás átlag értéke Magyarországon 50-180 nSv/óra

Gammadózis-teljesítmény

a riasztási szint 500 nSv/óra

Állomás	Dátum	nSv/h	75	100	125	150	175	200
Békéscsaba	2021-10-20 00:20	79.3						
Budapest Pestszentlőrinc	2021-10-20 00:20	80.7						
Csenger	2021-10-20 00:20	106.7						
Debrecen repülőtér	2021-10-20 00:20	95.5						
Győr Likócs	2021-10-20 00:20	80.4						
Homokszentgyörgy	2021-10-20 00:20	82.6						
Jászapáti	2021-10-20 00:20	85.7						
Jósvafő	2021-10-20 00:20	79.3						
Kékestető	2021-10-20 00:20	88.0						
Kelebia	2021-10-20 00:20	70.0						
Miskolc Diósgyőr	2021-10-20 00:20	75.3						
Mosonmagyaróvár	2021-10-20 00:20	99.3						
Nagykanizsa	2021-10-20 00:20	96.6						
Nyíregyháza Napkor	2021-10-20 00:20	71.1						
Pápa repülőtér (észak)	2021-10-20 00:20	82.2						
Pécs Pogány repülőtér	2021-10-20 00:20	110.3						
Sopron Fertőrákos	2021-10-20 00:20	78.3						
Szécsény	2021-10-20 00:20	96.2						
Szeged külterület	2021-10-20 00:20	73.4						
Szentgotthárd Farkasfa	2021-10-20 00:20	92.6						
Tata Új út	2021-10-20 00:20	61.9						
Tésa	2021-10-20 00:20	86.5						

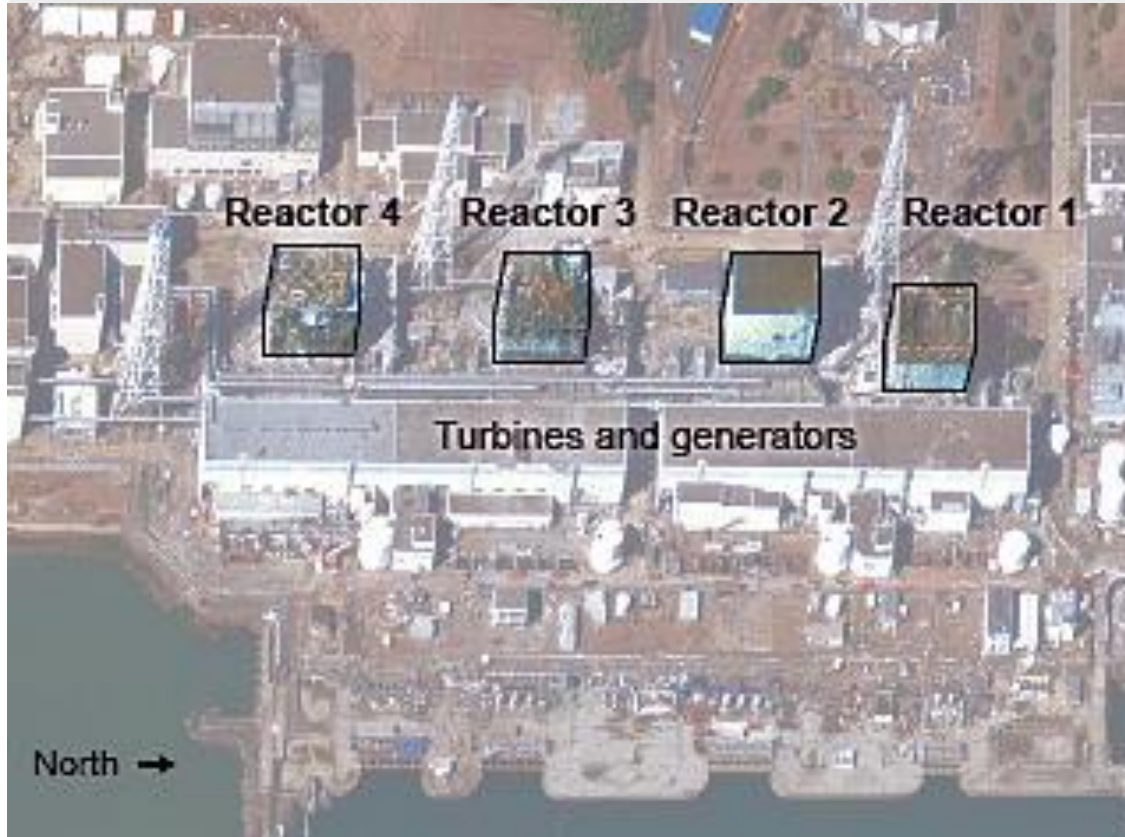
A természetes gamma háttérsugárzás átlag mértéke Magyarországon 50-180 nSv/óra

https://www.met.hu/levegokornyezet/gammadozis_teljesitmeny/magyar/

Elsődleges beavatkozás

- Az 1-3. reaktorok üzemanyagát vízbefecskendezéssel hűtötték, és stabil állapotot értek el.
- Az 5. reaktorban a 6. reaktor vészhelyzeti energiaellátó berendezéseinek felhasználásával folytatták a hűtési műveleteket.
- A kiégett fűtőelemeket tartalmazó medencék hűtését szivattyús járművek és egyéb ideiglenes berendezések segítségével folytatták.

A blokkok elhelyezkedése az erőműben

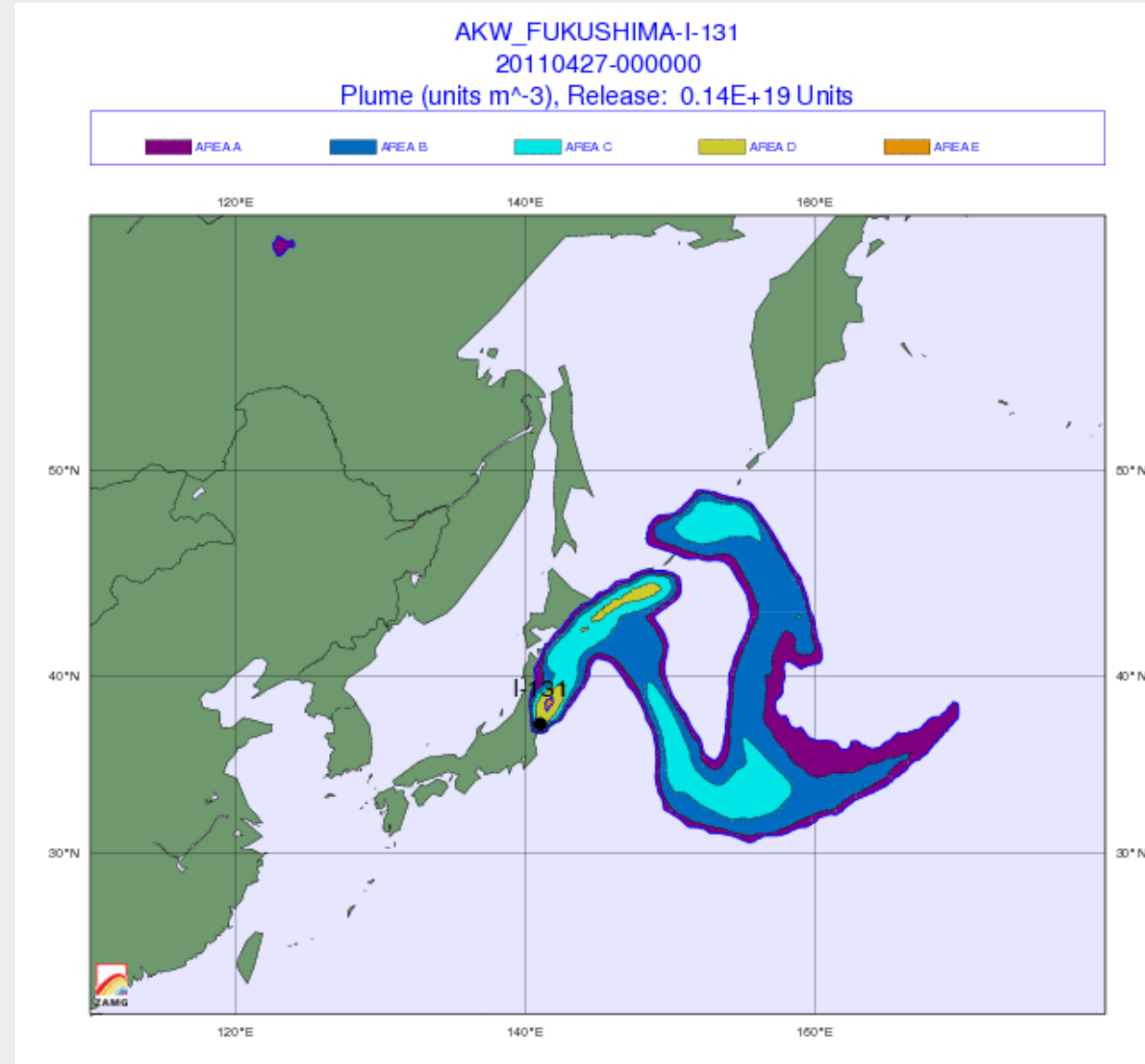


Forrás: GeoEye, Digital Globe

JÓD-131 KIBOCSÁTÁSÁNAK SZIMULÁCIÓJA

Jód-131 jellemzése

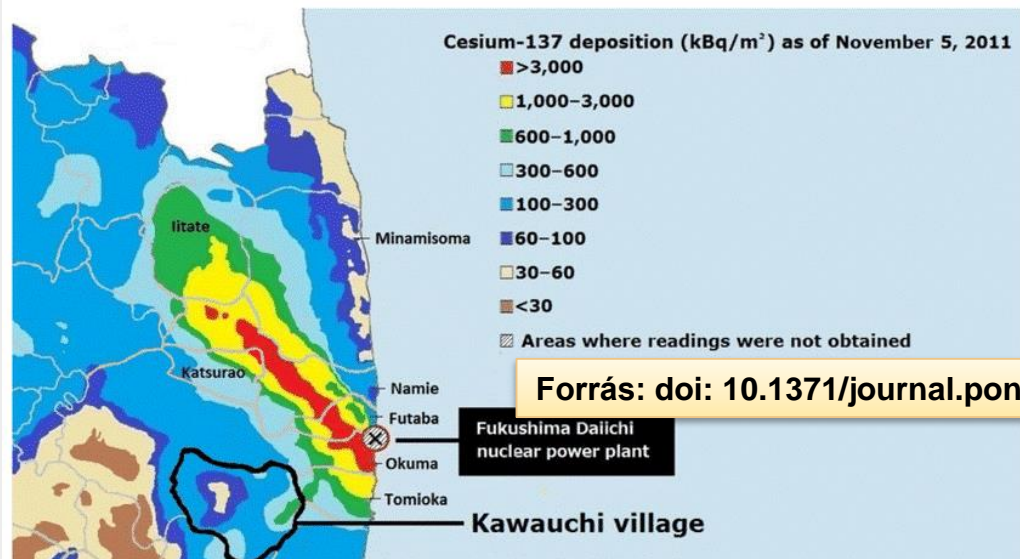
- A jód-131 (^{131}I) nyolc napos felezési idejű béta-sugárzó izotóp.
- A ^{131}I -et a pajzsmirigy szövetei veszik fel és azokban dúsul fel.
- Nagy energiájú béta-sugárzása miatt a ^{131}I a legrákkeltőbb az összes jódizotóp közül.



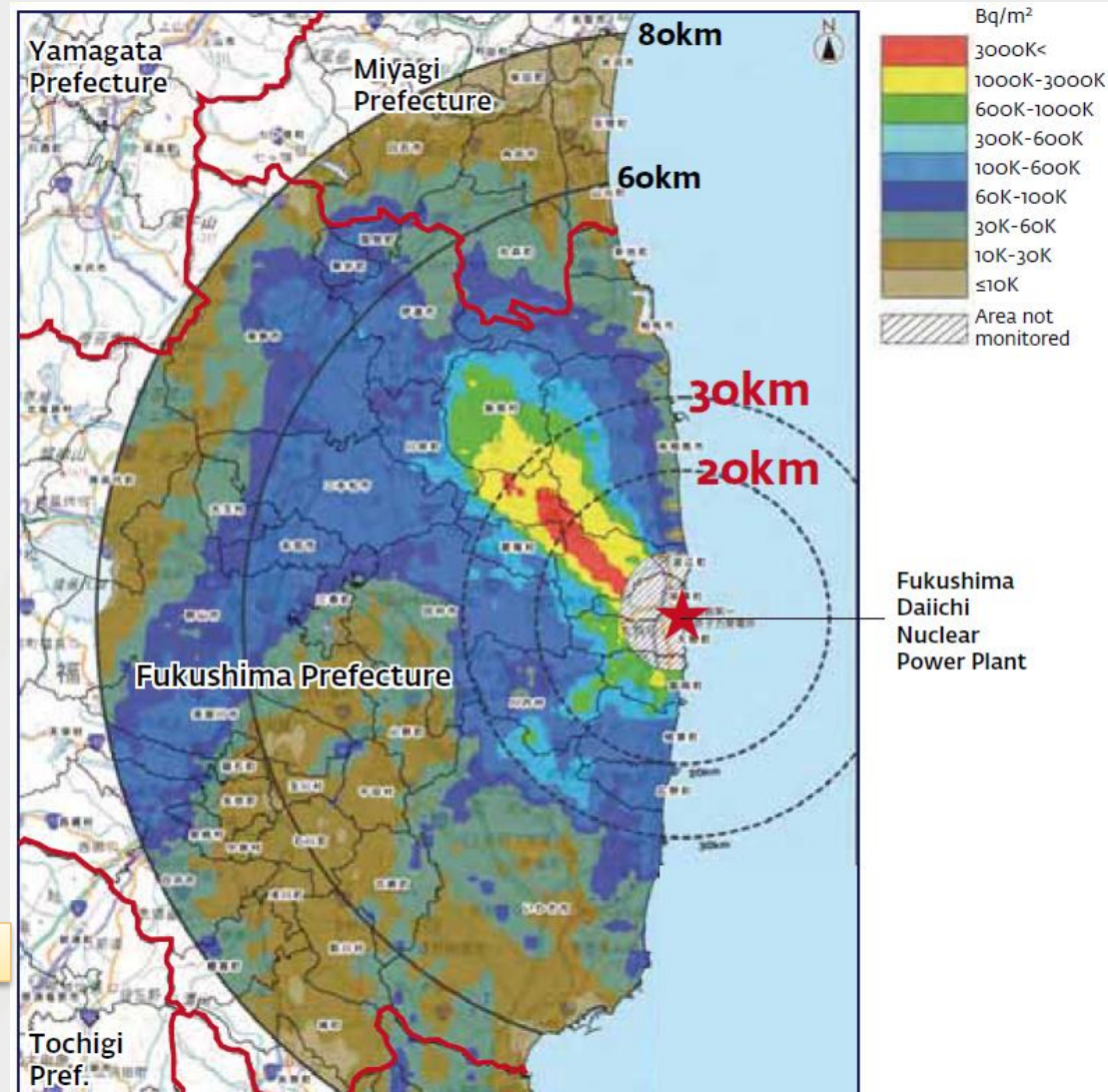
CÉZIUM-137 KIBOCSÁTÁSA

Céziium-137 jellemzése

- A 30,17 év felezési idejű ^{137}Cs az egyik legjelentősebb közepesen hosszú felezési idejű hasadási termék.
- A ^{137}Cs béta-bomlással bárium-137m-mé, majd stabil ^{137}Ba -té alakul, erős gamma-sugárzó.



Forrás: doi: 10.1371/journal.pone.0081909.g001

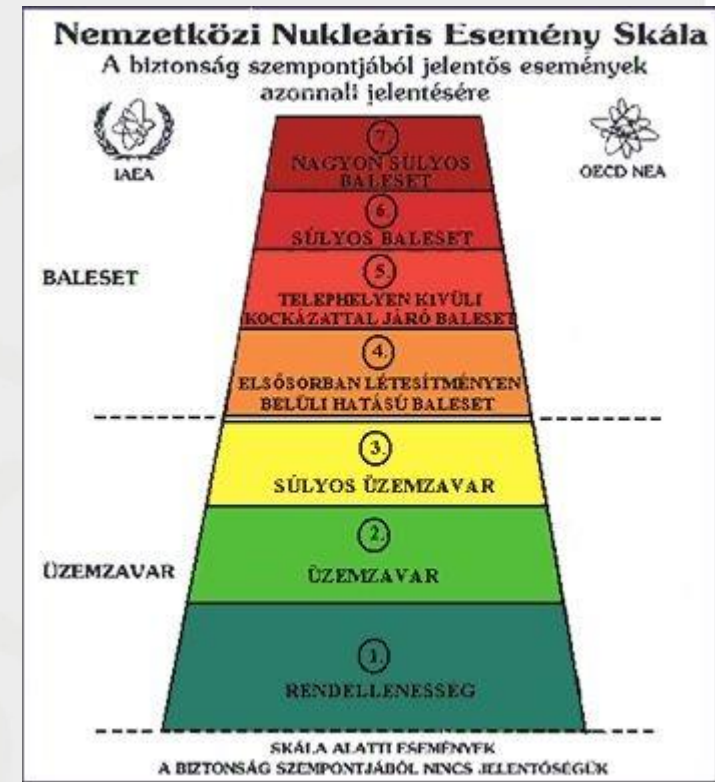


Térkép, amely a felhalmozódott céziium-137-et mutatja, a MEXT által 2011. július 2-án gyűjtött adatokból

Céziium-137 radioaktív izotóp felületi szennyezettsége a a Fukusima Daiichi atomerőmű körül, talajmintákon mérve 2011. november 5-én.

A káresemény súlyossága

<p>Fukushima, Japán, 2011</p>	<p>7</p>	<p>Az erőmű súlyos sérülése az árvíz földrengés és szökőár okozta károk miatt. Cunami áldozatok: körülbelül 18000. Hidrogén és lehetséges gőzrobbanások, tüzek és üzemanyagkárok. A helyszínen a hatból négy egység leszerelésre került. Radioaktív kibocsátás. A zónaleltár jelentős részének környezeti kibocsátása.</p>
<p>Csernobil, Ukrajna, 1986</p>	<p>7</p>	<p>Magkritikuság, tűz a grafitmagban, gőz- és hidrogénrobbanás a négy reaktor egyikében. A tűz 9 napig ég. Két áldozat gőzrobbanásban és 47 első reagáló a radioaktív expozíció miatt. Radioaktív kibocsátás. A zónaleltár jelentős részének környezeti kibocsátása.</p>



Nemzetközi Nukleáris és Radiológiai Esemény Skála (röviden: INES-skála)

<http://www.oah.hu>

Aktuális helyzet/ blokkok

A baleset idején

Napjainkban



1. blokk

Üzemanyag-eltávolítás előtti műveletek zajlanak

A baleset idején

Napjainkban



2. blokk

Üzemanyag-eltávolítás előtti műveletek zajlanak

A baleset idején

Napjainkban



3. blokk

Az üzemanyag-eltávolítás 2019-ben kezdődött és 2021 februárjában fejeződött be

A baleset idején

Napjainkban

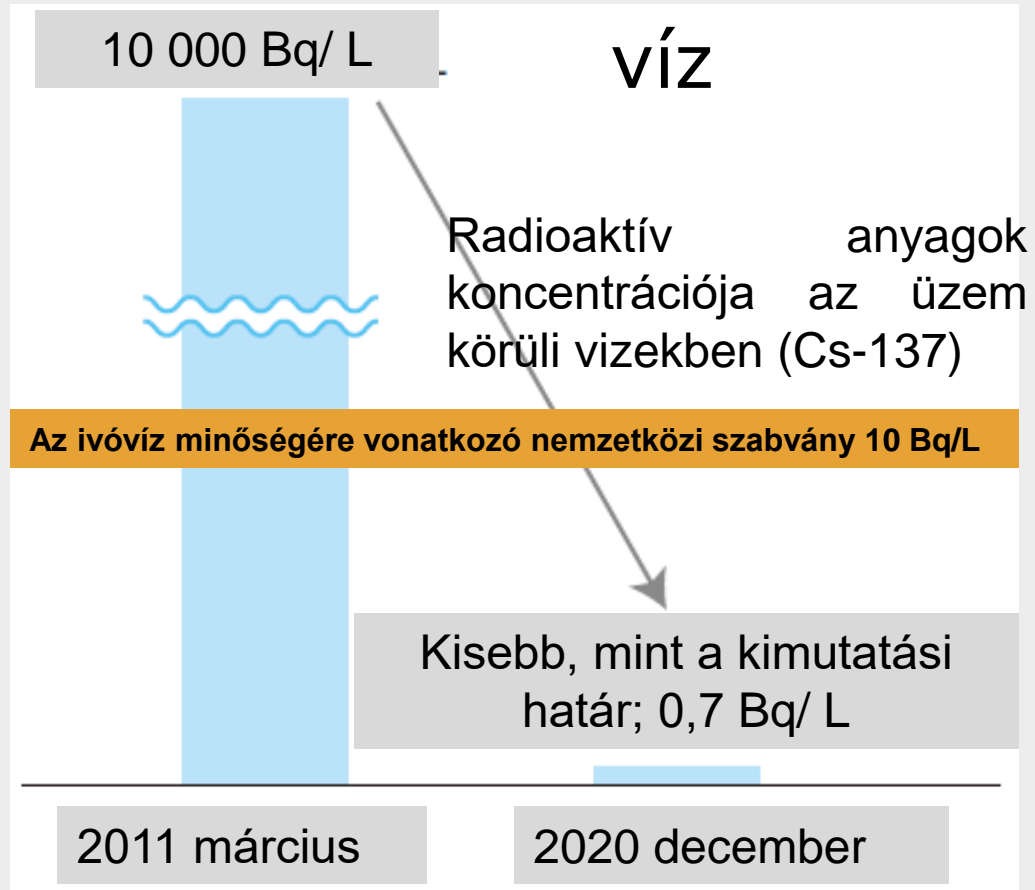


4. blokk

Az üzemanyag-eltávolítás 2014 decemberében befejeződött

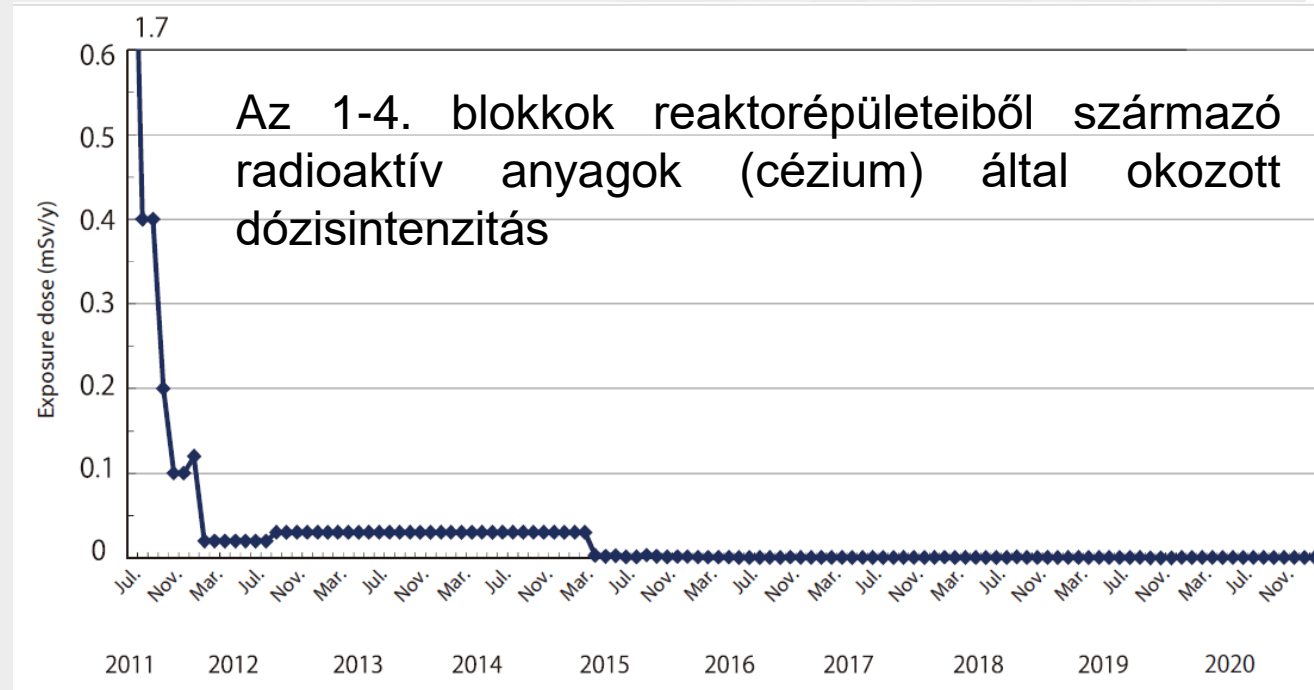
A teljes leszereléshez, a tervek szerint még további 30-40 év szükséges!!!

Aktuális helyzet/ környezeti radioaktivitás



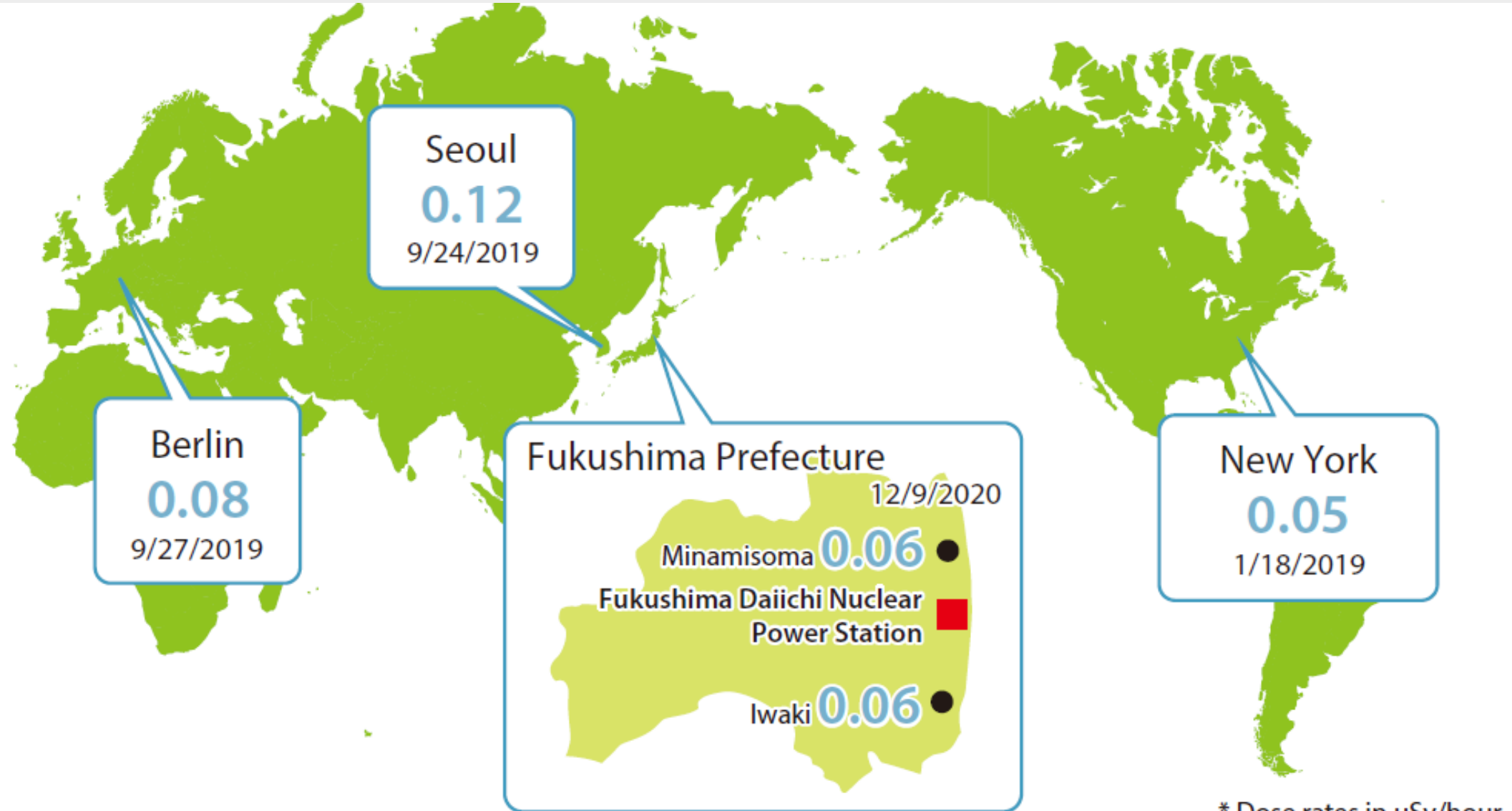
Jelentős előrelépés történt a szennyezett víz kezelésében, így jelentősen javult a víz minősége az erőmű körül. A szennyeződés szintje teljes mértékben megfelel az ivóvíz nemzetközi minőségi előírásainak.

Expozíciós dózis (mSv/év) levegő



A reaktorépületekből származó radioaktív anyagok kibocsátásának mennyisége lecsökkent, és még az erőmű határán sem jelentkezik hatás. A pormintákat is folyamatosan mérik a helyszín határán, és messze alatta vannak a riasztás kiadásakor mért szintnek.

Aktuális helyzet/ háttér



* Dose rates in $\mu\text{Sv}/\text{hour}$

Source: Steps for Revitalization in Fukushima (29th edition)

Irodalomjegyzék

- The Fukushima Daiichi Nuclear Accident, Final Report of the AESJ Investigation Committee, ISBN 978-4-431-55160-7 (eBook), 2015
- Fukushima Prefecture: Response to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident, 2015 Nuclear Power Safety Division, Risk Management Department, Fukushima Prefectural Government
- Current Status of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station,-Efforts for Decommissioning and Contaminated Water Management-Agency for Natural Resources and Energy, METI, July, 2019
- SOURCES, EFFECTS AND RISKS OF IONIZING RADIATION, UNSCEAR 2020 Report



**NEMZETI
KÖZSZOLGÁLATI
EGYETEM**

LUDOVIKA

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

uni-nke.hu