

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA



188. KÖZGYŰLÉSE
2017. május 8–10.



A telephelyvizsgálat a nukleáris biztonság szolgálatában

Prof. Dr. Aszódi Attila

MTA
Budapest, 2017. május 17.

A biztonság alappillérei: a „3S”

Safety – Nukleáris biztonság

- 118/2011 Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről

Security – Fizikai védelem

- 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemlről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről

Safeguards – Nukleáris biztosíték

- 7/2007 IRM rendelet a nukleáris anyagok nyilvántartásának és ellenőrzésének szabályairól és a 302/20058 EURATOM rendelet az Euratom biztosítéki rendelkezéseinek alkalmazásáról

Atomerőmű létesítésének (és működésének) nukleáris biztonsági, védettségi és biztosítéki engedélyezése az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) feladata.

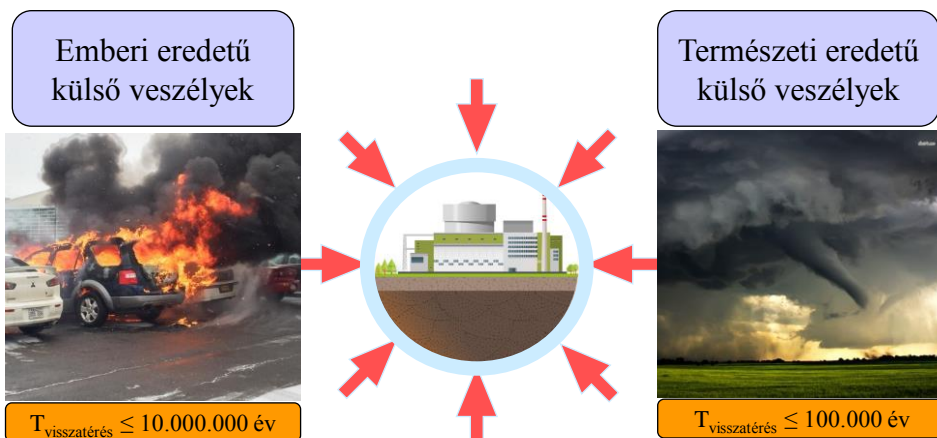
**Mindhárom „S” a környezet, az élővilág, az emberek
(a lakosság és a dolgozók) védelmét szolgálja!**

2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

3

A telephely-engedélyezési eljárás fő tartalmi elemei



A vizsgálat célja, hogy kizárja olyan körülmények fennállását a telephelyen, amelyek azt alkalmatlanná tennék atomerőművi blokkok létesítésére. További cél a blokkokat veszélyeztető tényezők azonosítása, a telephely-jellemzők meghatározása.

2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

4

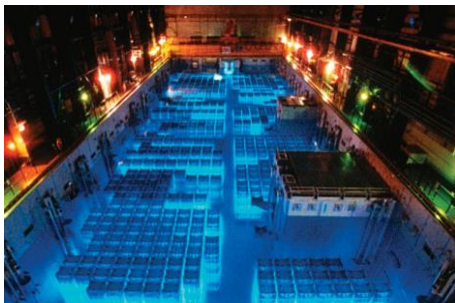
Mire tervezünk egy hidat?



Mire tervezünk atomerőművet?

Az áramtermelés mellett arra, hogy a biztonsági funkciókat ellássa:

- Láncreakció szabályozása
- Hűtés biztosítása
- Radioaktív anyagok benntartása



Az új blokkok biztonsága

- Posztulált kezdeti események: olyan események, amik veszélyeztethetik az atomerőmű biztonságát

Szűrés

(a biztonsági jelentőség nélküli vagy a hatósági limit alatti gyakoriságú eseményeket ki lehet zárni az elemzésből)

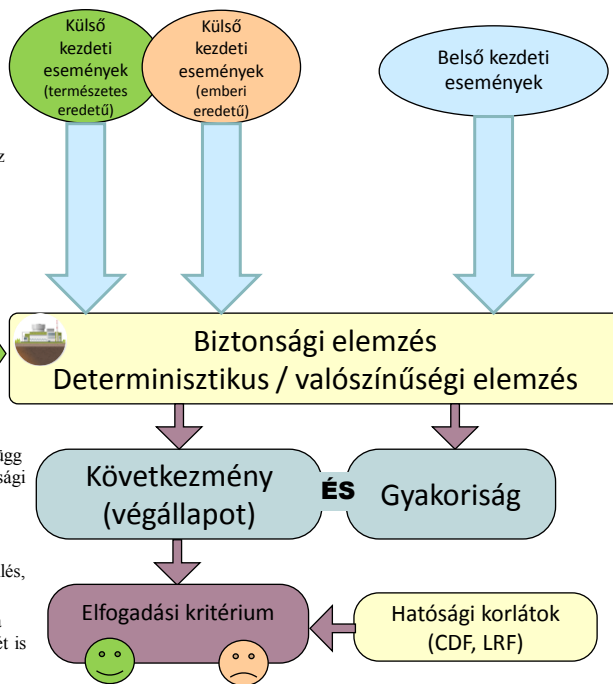
Bemenő adatok: kezdeti feltételek, operátori beavatkozások, biztonsági rendszerek, stb.

- A kezdeti esemény következménye függ a reaktor kezdeti állapotától, a biztonsági rendszerek elérhetőségétől, operátori beavatkozásoktól, stb.
- Több eseménylánc is lehetséges, különböző végállapottal (pl. zónasérülés, kibocsátás)
- A biztonsági elemzés meghatározza a végállapotokat, és azok valószínűségét is

2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

7



Az új blokkok biztonsága

- Posztulált kezdeti események: olyan események, amik veszélyeztethetik az atomerőmű biztonságát

Szűrés

(a biztonsági jelentőség nélküli vagy a hatósági limit alatti gyakoriságú eseményeket ki lehet zárni az elemzésből)

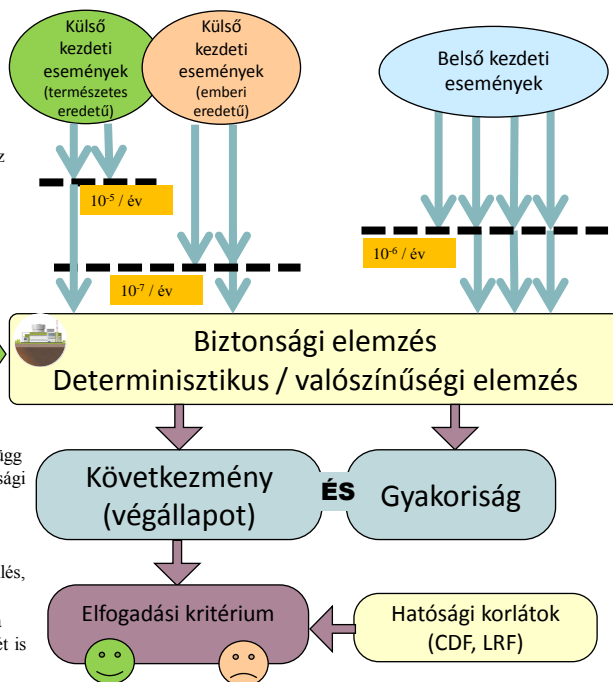
Bemenő adatok: kezdeti feltételek, operátori beavatkozások, biztonsági rendszerek, stb.

- A kezdeti esemény következménye függ a reaktor kezdeti állapotától, a biztonsági rendszerek elérhetőségétől, operátori beavatkozásoktól, stb.
- Több eseménylánc is lehetséges, különböző végállapottal (pl. zónasérülés, kibocsátás)
- A biztonsági elemzés meghatározza a végállapotokat, és azok valószínűségét is

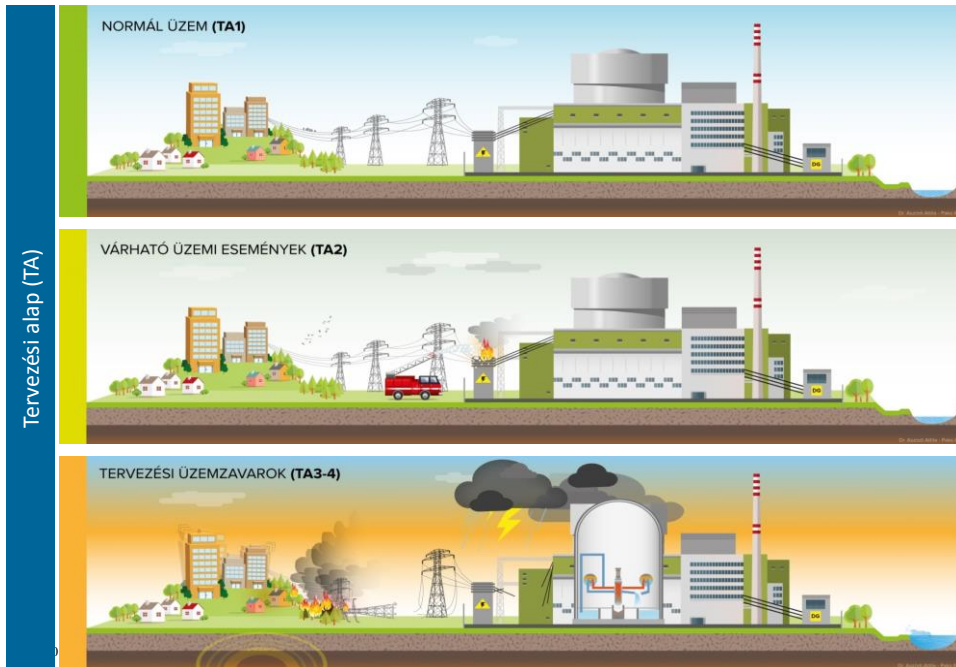
2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

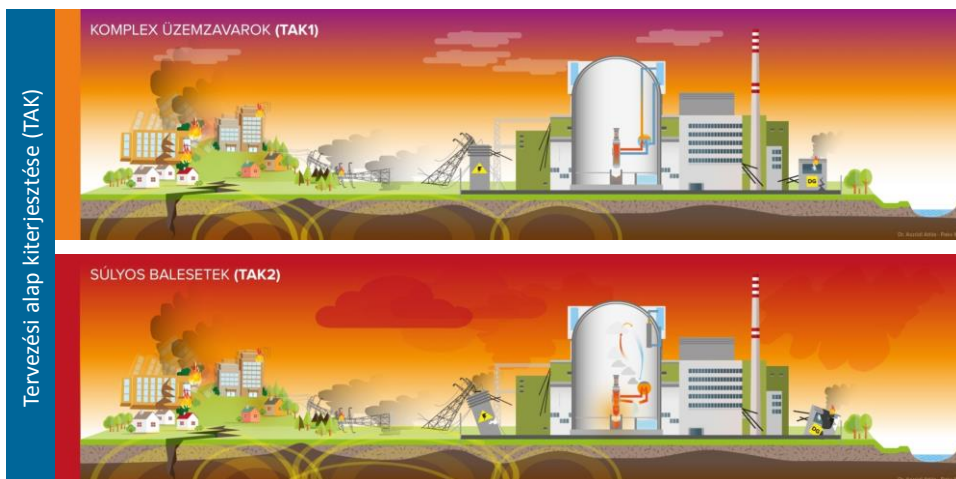
8



Az új blokkok biztonsága



Az új blokkok biztonsága



Méretezés külső hatásokra



2017.05.17.

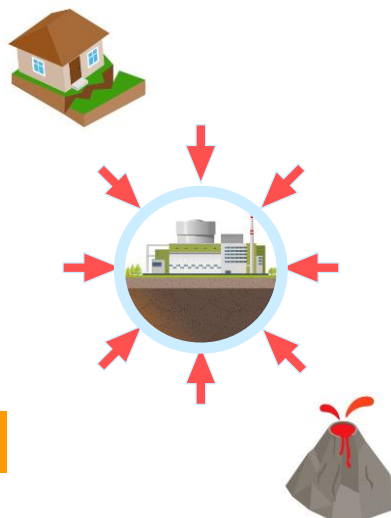
Prof. Dr. Aszódi Attila

11

Miért érdemel kiemelt figyelmet a földengésveszély értékelése?

Feladatok, célok:

- Meg kell győződni arról, hogy nincs kizáró földtani körülmény a telephelyen.
- Jellemezni, számszerűsíteni kell a földtani eredetű veszélyeket a tervezési alapadatok meghatározásához.
 - Milyen mértékű, földrengésből származó erőhatás érheti a létesítményt?
 - Szignifikáns permanens felszíni elvetődés lehetősége?
 - Cunami lehetősége, és ha van, mértéke?
 - Talajfolyósodás lehetősége?



Mi a veszélyes a földrengésben?

Mi jellemzi a földrengést a tervezőmérnök számára?

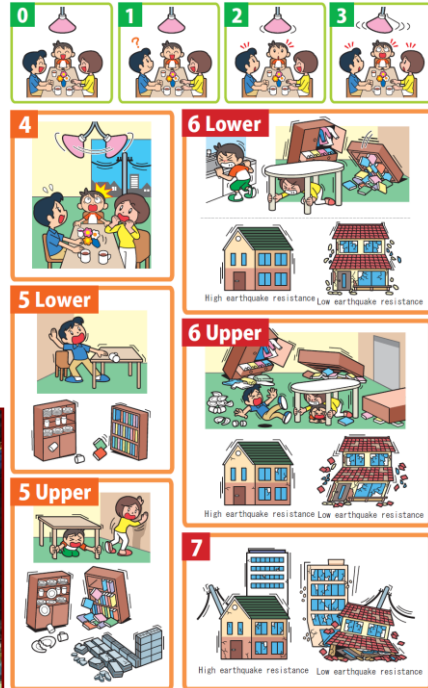
2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

12

Megrázottság

- Vízszintes gyorsulás
- $F = m \cdot a$
- $1 \text{ gal} = 1 \text{ cm/s}^2$
- $1 \text{ g} = 9,81 \text{ m/s}^2 = 981 \text{ cm/s}^2$



2017.05.17.



Forrás: YouTube

Prof. Dr. Aszódi Attila

Forrás: www.emsc-csem.org

13

6,6-os magnitúdójú földrengés Olaszországban, 2016.10.30.



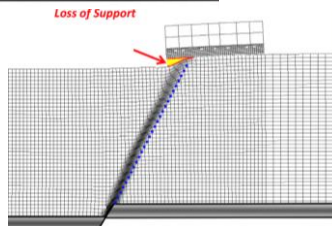
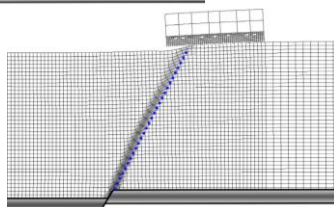
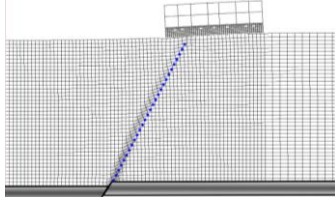
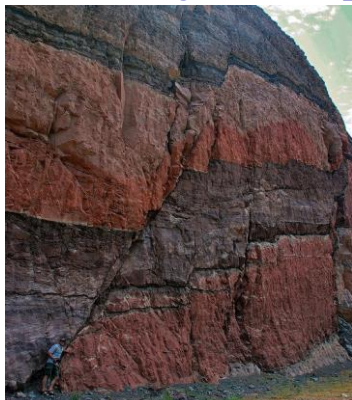
2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

Forrás: Index.hu, Reuters

14

Szignifikáns permanens felszíni elvetődés



- Egy vetőn kipattanó földrengés a földrengés méretétől és fészekmélységétől függően okozhat vagy nem okozhat elmozdulást a felszínen.
- Tapasztalat: ~M6-M6,5 földrengések a felszínen nem okoznak vagy csak jelentéktelen (1-2 cm) elmozdulást okozhatnak.
- Az a felszíni elmozdulás veszélyes, amely hatására az épület sérülhet. Ez az elmozdulás helyétől, jellegétől, méretétől és a vizsgált épület szilárdságától függ.

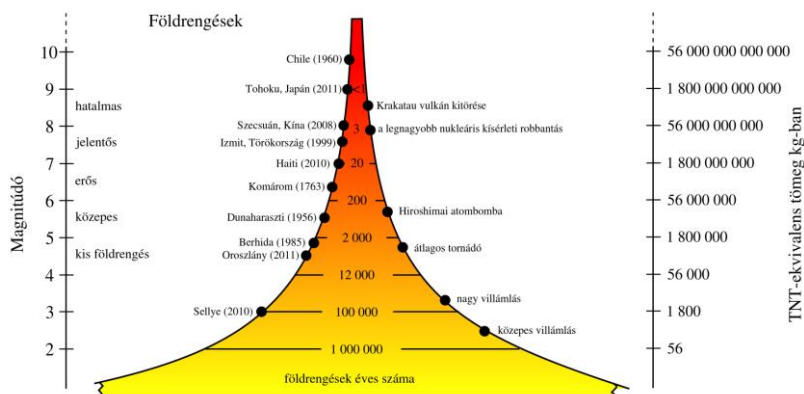
2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

Forrás: Internet

15

Földrengés magnitúdó vs. gyakoriság



2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

16

Cunami: szumátrai szökőár, 2004

- M9,1-9,3 erejű rengés, 1600 km hosszú törésvonal
- Kb. 300.000 áldozat az Indiai-óceán partvidékén
- Cunami maximális amplitúdója: 30 m
- 2 km mélyen hatolt be a szárazföldre (főként Indonézia, Sri Lanka, India, Thaiföld)
- Az indiai Madras Atomerőmű 2-es blokkja vízkivételi művét előntötte a víz, ami egy kivételével kiütötte a szivattyúkat. A törmelék később ezt a szivattyút is leállásra kényszerítette.
- A külső áramellátás zavartalan volt, és az üzemzavari dízelgenerátorok is végig működtek. A blokk biztonságosan leülepedett és hűtött állapotban tartható volt a tűzvíz rendszer segítségével.
- Jelentős fejlesztések a tervezési értéknél magasabb cunami elleni védekezésül (megerősítés, robusztusabb végső hőnyelő elérés, kommunikációs vonalak javítása).

<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SupplementaryMaterials/P1710/TV2/AmesIII.pdf>



2017.05.17.

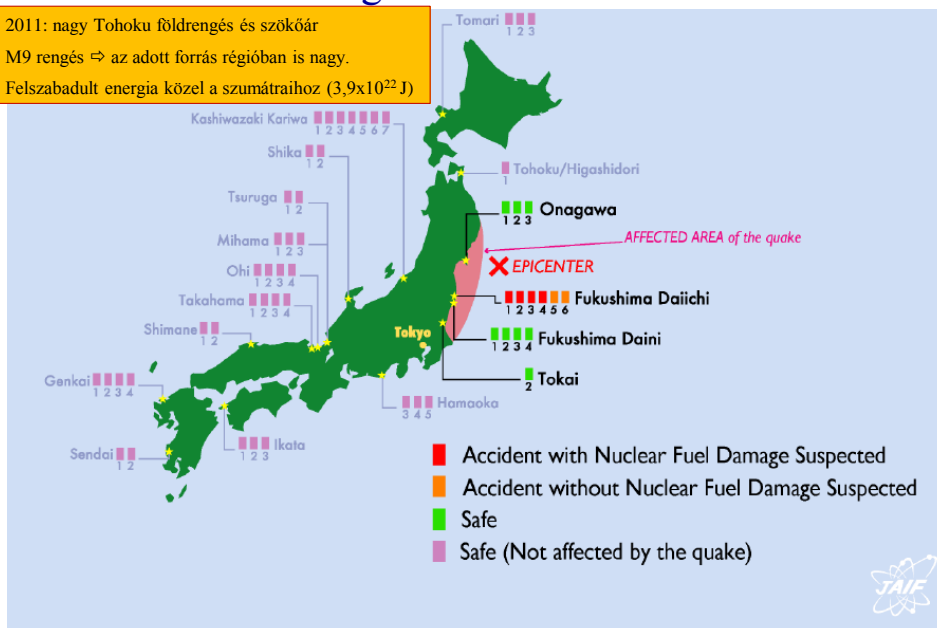


Prof. Dr. Aszódi Attila

17

A Tohoku földrengés által érintett atomerőművek

2011: nagy Tohoku földrengés és szökőár
M9 rengés ⇒ az adott forrás régióban is nagy.
Felszabadult energia közel a szumátraihoz ($3,9 \times 10^{22}$ J)



2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

18

A földrengés hatása

- Fukushima Daiichi:



- Fukushima Daini:



Observation Point (the lowest basement of reactor buildings)		Observed Data (interim) ²		
		Maximum Response Acceleration (gal)		
		Horizontal (N-S)	Horizontal (E-W)	Vertical
Fukushima Daiichi	Unit 1	460	447	258
	Unit 2	348	550	302
	Unit 3	322	507	231
	Unit 4	281	319	200
	Unit 5	311	548	256
	Unit 6	298	444	244
		452	452	427
		445	448	415

A névleges méretezési terhelésnél nagyobb terheléssel járó földrengést a reaktorok jelentős károsodás nélkül elviselték, az infrastruktúra károsodása ugyanakkor jelentősen nehezítette az elhárítást. Az igazi problémát nem a földrengés, hanem a cunami okozta.

2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

19

A Nagy Tohoku földrengés és az Onagawa atomerőmű

- Onagawa atomerőmű:
 - Történelmi adatok alapján a szökőár tervezési magasság 3 méterre adódott.
 - A telephely magassága: a tengerszint felett 14,7 m
 - A szökőárral szembeni biztonságot rendszeresen felülvizsgálták, a 2010-es chilei szökőár után is.
 - Ezzel szemben a Fukushima Daiichi telephely szintjét, amely eredetileg a tenger szintjénél 35 méterrel magasabban volt, 25 méterrel csökkentették logisztikai megfontolások és költségcsökkentés céljából.
 - A chilei földrengés után ugyan felülvizsgálták a szökőárral szembeni biztonságot, de intézkedés helyett halogató taktikát alkalmazott a TEPCO.

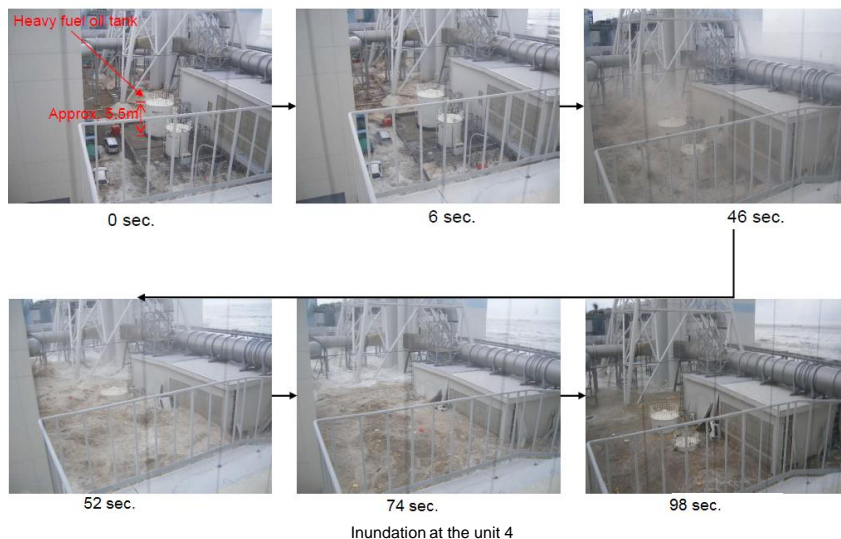


2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

20

Cunami a Fukushima Daiichi atomerőműben



Forrás: TEPCO

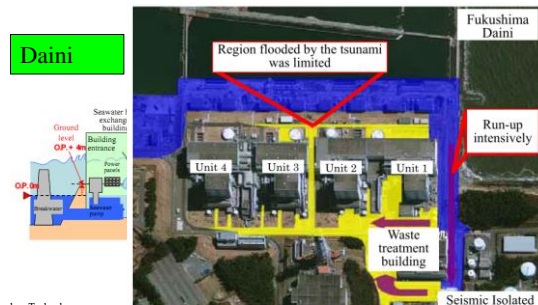
2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

21

A Fukushima atomerőmű földregés- és cunami-állósága

- A Daiichi (I) és a Daini (II) kiépítésénél eltérő a dízelgenerátorok elhelyezése!
- Fukushima Daiichi: a méretezés történelmi adatok + modellezés alapján történt
- A tervezési cunami-magasság 5,7 m volt (ez már módosított, növelt érték)
- A földrengést követő cunami 14-15 m magas volt
- A cunami minden turbinacsarnokot elárasztott, reaktorépületet csak egyet.



Forrás: Tatsuhiko Yamazaki, Japan Nuclear Technology Institute, 2011.4.13, IAEA ISSC EBP WA3

2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

22

A talajfolyósodás potenciális hatása



Christchurch, 2011 (Forrás: commons.wikimedia.org)



Christchurch, 2011 (Forrás: PNSN)

NBSZ:

„7.3.2.0500.⁶⁹¹ A telephelyre vonatkozó biztonsági földrengés jellemzői és a telephelyi geotechnikai paraméterek alapján **értékelni kell a talajfolyósodás kialakulásának lehetőségét.**”

„7.3.2.0600. A talajfolyósodás veszélyének értékelését elfogadott talajmechanikai, geofizikai vizsgálati és elemzési módszerekkel kell végezni. A vizsgálat során az adatok és a módszerek által okozott bizonytalanságot az értékelésnél figyelembe kell venni.”

„7.3.2.0800.⁶⁹² **Ha a talajfolyósodás a biztonsági földrengés hatására bekövetkezik, a telephelyet nem megfelelőnek kell ítélni, kivéve, ha léteznek bevált műszaki megoldások a talajfolyósodás kiküszöbölésére,** vagy ha igazolható, hogy a biztonsági földrengés hatására kialakuló talajfolyósodás lokális, és nem okoz olyan relatív elmozdulásokat, amelyek nukleáris biztonsági funkciót akadályozó szerkezeti következményekkel járnak.”



Niigata, 1964 (Forrás: Wikipedia)

2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

23

A telephely-engedélyezési eljárás lépései



A telephely **alkalmas** az új blokkok létesítésére. A kor műszaki-tudományos színvonalán **a telephelyre jellemző** körülmények és **veszélyek** a tervező által a hatályos nukleáris biztonsági követelményeknek **megfelelően kezelhetők, a blokkok tervei ezeknek megfelelően készülnek el.**

2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

24

A projekt státusza



2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

25

A telephelyvizsgálat eredményeinek részleteit a következő előadások mutatják be.



2017.05.17.

Prof. Dr. Aszódi Attila

26