

MI TÖRTÉNT A FUKUSIMA ATOMERŐMŰBEN?

VÁC, 2011.03.23

BUDAY GÁBOR

RHK KFT. KONZULENSE



NEHÉZ RÓLA BESZÉLNI...

□ Szakmailag azért, mert:

- Nem jutottak nyugvópontra az események...
- Kevés a hiteles információ...

□ Személyesen azért, mert:

- Jártam ott, ezért érintett vagyok...
- Látom, hogy sokan kihasználják a helyzetet...

□ Szakmailag és személyesen azért, mert:

- Nem ezen a reaktor típuson nevelkedtem...
- Nem reaktor üzemeltető céget képviselek, de van 22 éves reaktorfizikusi múltam...

DE AZÉRT MÉGIS BESZÉLJÜNK RÓLA!

IDŐZÍTÉSEK

Történések a Fukusima AE-ben

03.16-tól F-1-6. /fokozatos javulás

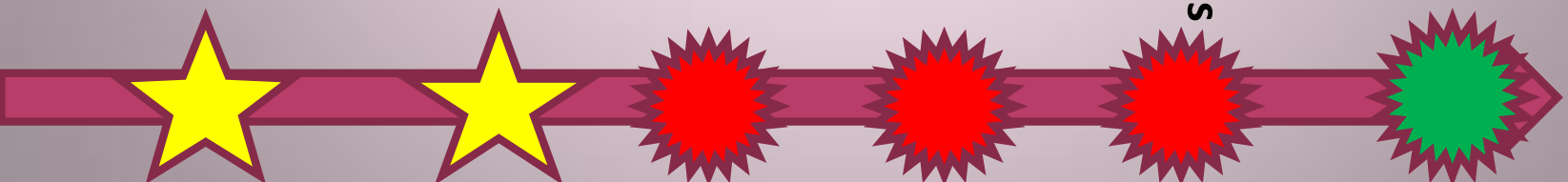
03.15./F-2 súlyos hidrogénrobbanás
F-4 súlyos tűzeset

03.14./F-3 hidrogénrobbanás

03.12./F-1 hidrogénrobbanás

2011.03.11. ≈ 15:40 (JST) ≈ 10 m szökőár
„VIHAR ELŐTTI CSEND”

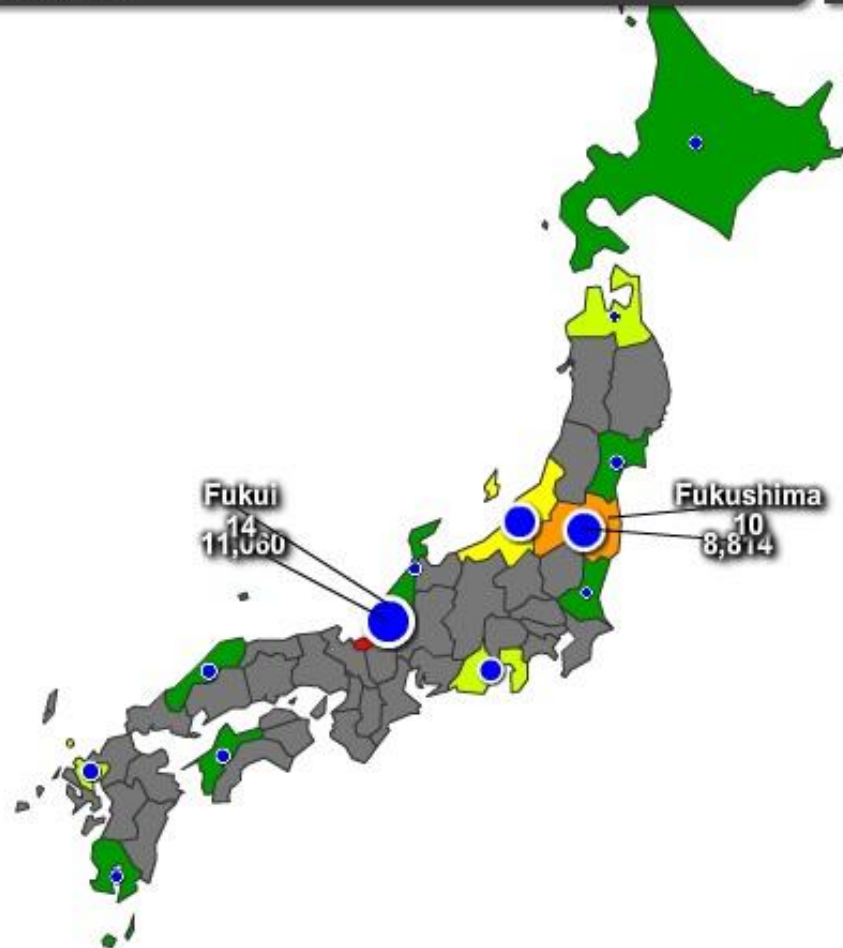
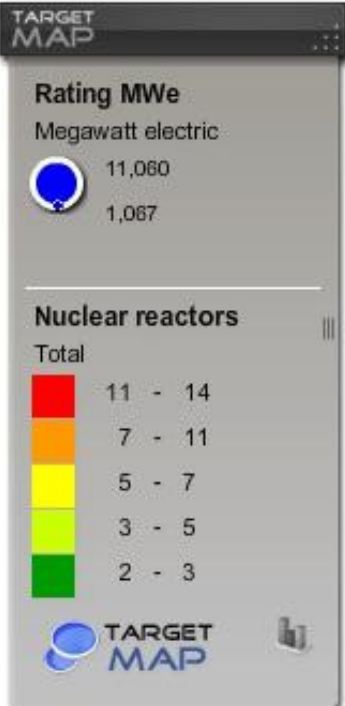
2011.03.11. 14:46 (JST) R9 földrengés
„BÉKEIDŐ”



BÉKEIDŐ-1

Japan Nuclear reactors and MWe by prefecture

No background



BÉKEIDŐ-2



BÉKEIDŐ-3

Fukushima I - 1	VÉGLEGES LEÁLLÍTÁS TERVEZVE				
Fukushima I - 2	BWR-4	June 9, 1969	May 10, 1973	July 18, 1974	784 MW
Fukushima I - 3	BWR-4	December 28, 1970	September 6, 1974	March 27, 1976	784 MW
Fukushima I - 4	Leállítva átrakásra				784 MW
Fukushima I - 5					784 MW
Fukushima I - 6					1,100 MW

- F 1-5 MARK-I ; F-6 MARK-II reaktorokkal szerelve
- Országos energia hálózat működik
- F 1-3 kb. 2030 MW-al részesedik az országos termelésben

BÉKEIDŐ-4 (az erőmű sémája)

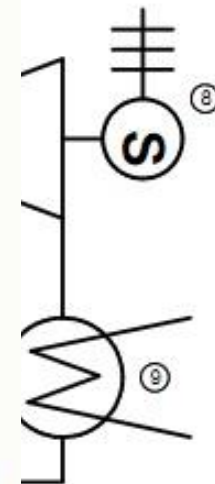
Biztonsági filozófia:

- triplikálások
- mélységi védelem
- stb....

Méretezve:

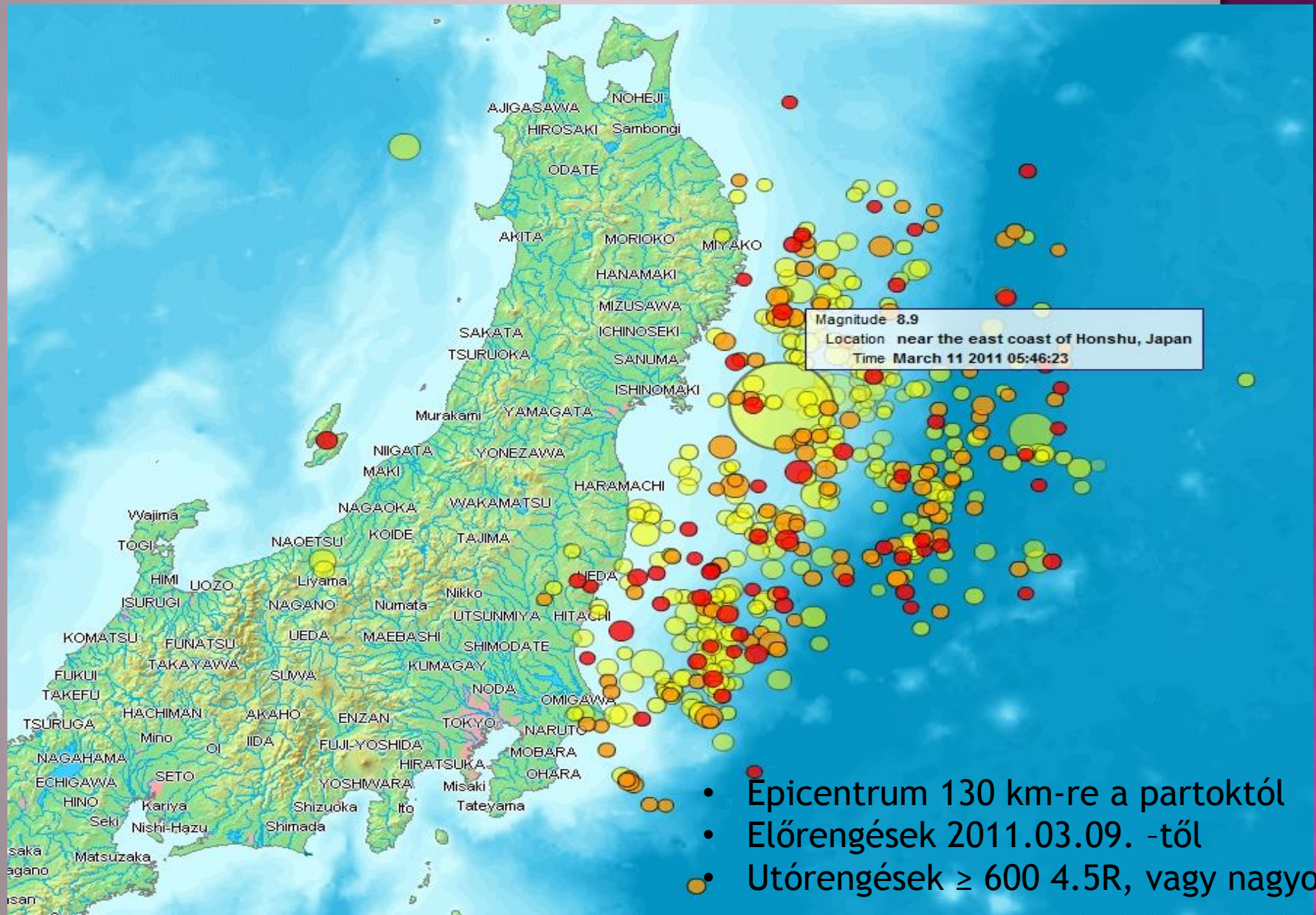
- földrengésre
- tűzre
- szökőárra
- hálózat kimaradásra
- csőtörés, szivattyú kiesés, emberi hiba,...
- ...és még sok mindenre

Az a kérdés, hogy milyen mértékben ?



ban; (5) frissgőzvezeték;
(11) tápvízvezeték;
†) hermetikus védőépület
zavari lefűvató szelep;
r; (20) reaktorsarnok;

FÖLDRENGÉS-1



FÖLDRENGÉS-2

◉ Szemléltető adatok (energia):

- ◉ Felszabadult energia a felszínen: $1.9 \pm 0.5 \times 10^{17}$ joule
- ◉ Szeizmikus momentum: 3.9×10^{22} joule
- ◉ Megfelel 600 millió hirosimai típusú atombombának
- ◉ Megfelel 9.32 Tt (tera tonna = 10^{12} tonna) TNT-nek
- ◉ Megfelel LA kb. egyévi energiaigények

Szemléltető adatok (geofizikai):

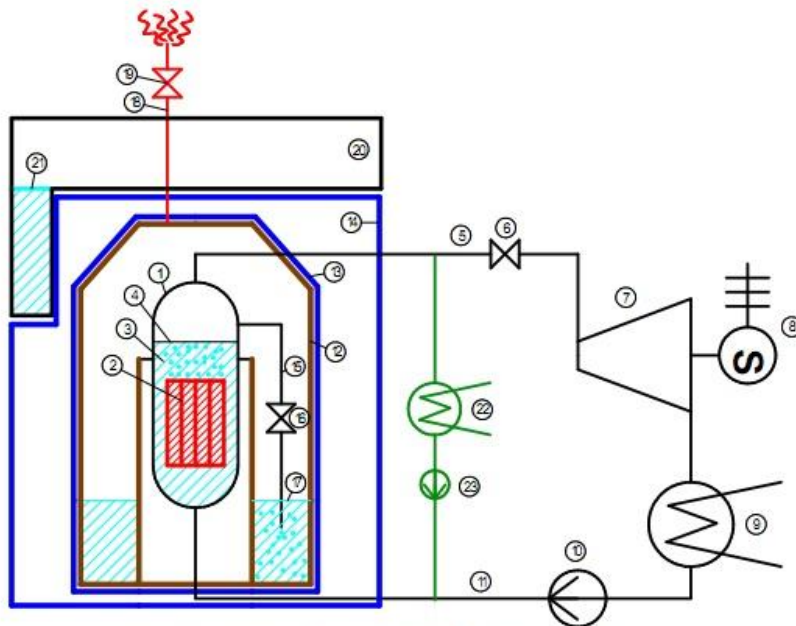
- ◉ É-K Japán 2.4 m-el elmozdult É- Amerika felé
- ◉ 400 km-es szakaszon megsüllyedt a tengerfenék 0.6 m-el
- ◉ A föld tengelye kb. 25 cm-el elmozdult
- ◉ A föld keringési ideje 1.8 μ sec-el rövidült

$\Sigma\Sigma$: A világon eddig számon tartott földrengések között az egyik legnagyobb erejű rengésről volt szó!

FÖLDRENGÉS-3

○ Következmények:

- Reaktorok automatikus leállítása
- Reaktorok automatikus lehűtése indul
- Hűtéshez szivat



3. ábra: A Fukushima-Daiichi 1. blokk sematikus rajza

- (1) reaktortartály; (2) üzemanyag-kazetták; (3) reaktor hűtővíz; (4) vízszint a reaktorban; (5) frissgőzvezeték; (6) főgőzszelep; (7) turbina; (8) generátor; (9) kondenzátor; (10) tápszivattyú; (11) tápvízvezeték; (12) hermetikus védőépület acél fala; (13) hermetikus védőépület első beton fala; (14) hermetikus védőépület külső beton fala; (15) reaktortartály üzemszabari lefűvató vezeték; (16) reaktortartály üzemszabari lefűvató szelep; (17) vizes akna; (18) konténment lefűvató vezeték; (19) konténment lefűvató szelep; (20) reaktorcsarnok; (21) pihentető medence

- Diesel generátorok indultak
- Elektromos hálózat összedőlt
- Hűtés rendben elindult
- ... de akkor mi a baj???

k permanens hőteljesítményének változása után eltelt idő függvényében

SZÖKŐÁR-1

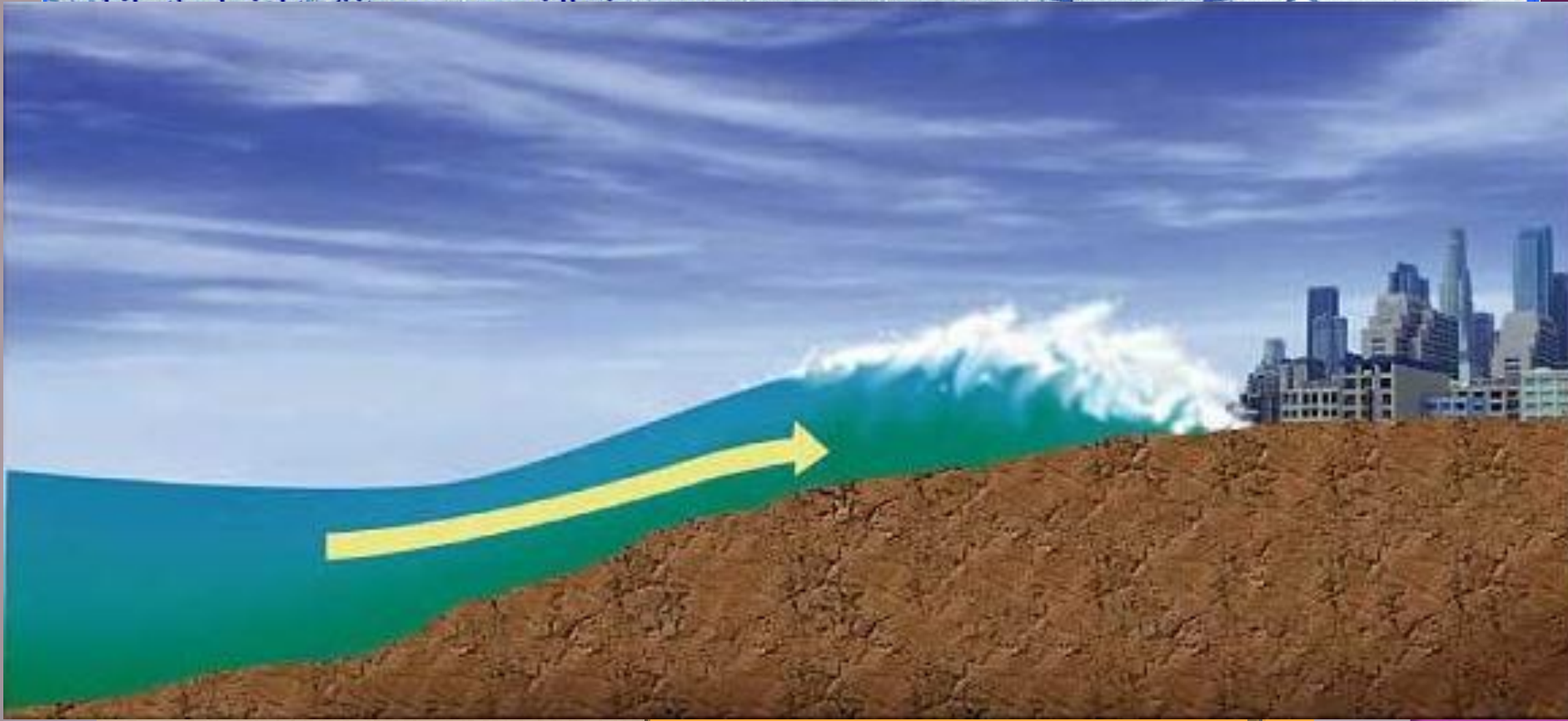


SZÖKŐÁR-2

How Tsunamis Work: Tsunamiaenesis

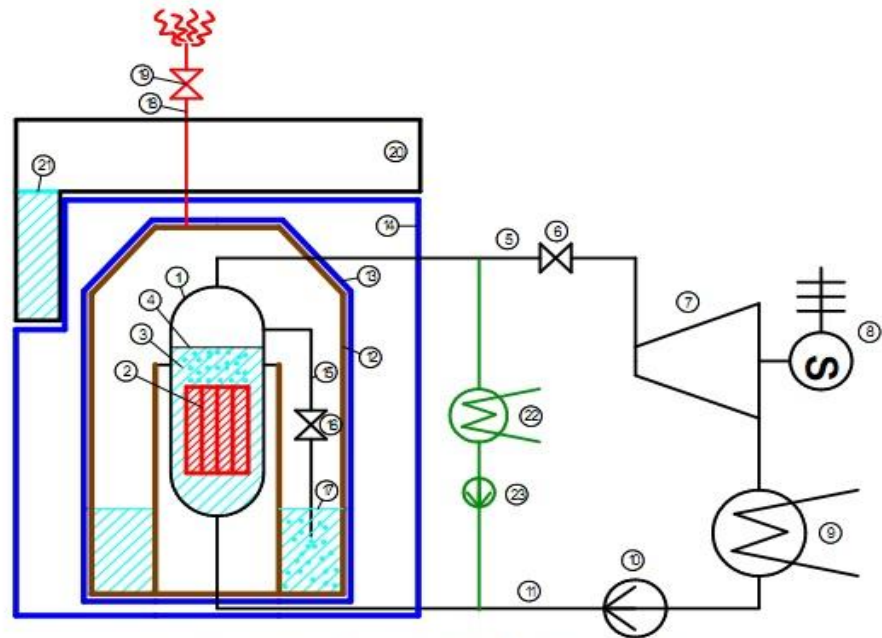
A tsunami's propagation velocity is reduced in shallow water,

10.6 km



SZÖKŐÁR-3 (azonnali következmények)

- A kb. 10m-es szökőár a villamos és úthálózat hálózat teljes pusztulását okozta
 - A diesel generátorok megsemmisülése
 - A reaktorok és a pihentető medencék hűtésének leállása
 - Hőmérséklet és nyomásnövekedés
 - reaktorban
 - Hermetikus térben
 - ...lefúvatás szüksége
- $\Delta t =$ néhány óra után



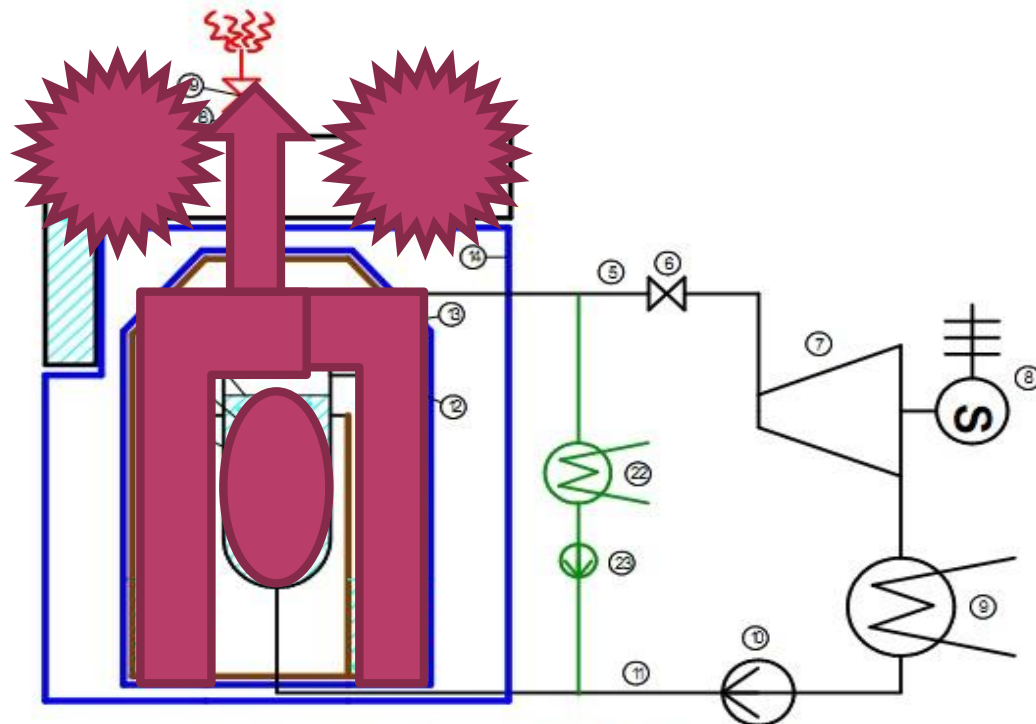
3. ábra: A Fukushima-Daiichi 1. blokk sematikus rajza

- (1) reaktortartály; (2) üzemanyag-kazetták; (3) reaktor hűtővíz; (4) vízszint a reaktorban; (5) frissgőzvezeték; (6) főgőzszelep; (7) turbina; (8) generátor; (9) kondenzátor; (10) tápszivattyú; (11) tápvízvezeték; (12) hermetikus védőépület acél fala; (13) hermetikus védőépület első beton fala; (14) hermetikus védőépület külső beton fala; (15) reaktortartály üzemszabari lefúvató vezeték; (16) reaktortartály üzemszabari lefúvató szelep; (17) vizes akna; (18) konténment lefúvató vezeték; (19) konténment lefúvató szelep; (20) reaktorcsarnok; (21) pihentető medence

TÖRTÉNÉSEK-1

○ Hidrogénrobbanások a reaktorcsarnokban

- 03.12./F-1
- 03.14./F-3
- $T \uparrow$ (hűtés!!!)
- $Zr + \text{vízgőz} \leftrightarrow$
hőtermelő
reakció H_2
képződéssel
- $P \uparrow$
- Lefúvás
- H_2 robbanás



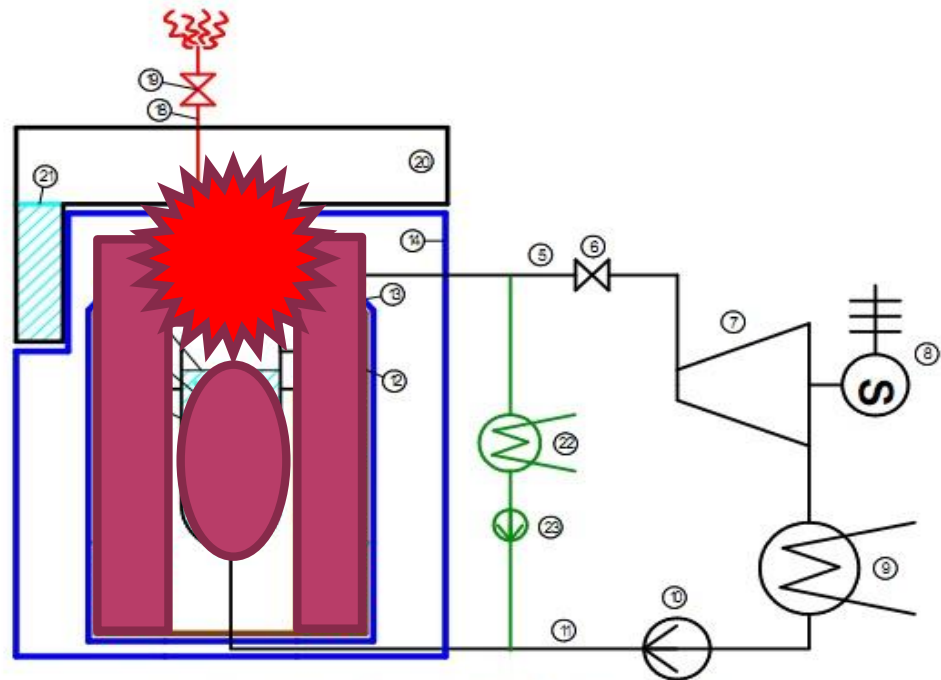
3. ábra: A Fukushima-Daiichi 1. blokk sematikus rajza

- (1) reaktortartály; (2) üzemanyag-kazetták; (3) reaktor hűtővíz; (4) vízszint a reaktorban; (5) frissgőzvezeték; (6) főgőzszelep; (7) turbina; (8) generátor; (9) kondenzátor; (10) tápszivattyú; (11) tápvízvezeték; (12) hermetikus védőépület acél fala; (13) hermetikus védőépület első beton fala; (14) hermetikus védőépület külső beton fala; (15) reaktortartály üzemszabari lefúvató vezeték; (16) reaktortartály üzemszabari lefúvató szelep; (17) vizes akna; (18) konténment lefúvató vezeték; (19) konténment lefúvató szelep; (20) reaktorcsarnok; (21) pihentető medence

TÖRTÉNÉSEK-2

○ Hidrogénrobbanások a hermetikus térben

- 03.14./F-3
- Események, mint az előbb
- De a robbanás a hermetikus térben történt (talán nem tudtak lefűtatni???)



3. ábra: A Fukushima-Daiichi 1. blokk sematikus rajza

- (1) reaktortartály; (2) üzemanyag-kazetták; (3) reaktor hűtővíz; (4) vízszint a reaktorban; (5) frissgőzvezeték; (6) főgőzszelep; (7) turbina; (8) generátor; (9) kondenzátor; (10) tápszivattyú; (11) tápvízvezeték; (12) hermetikus védőépület acél fala; (13) hermetikus védőépület első beton fala; (14) hermetikus védőépület külső beton fala; (15) reaktortartály üzemszabari lefűtató vezeték; (16) reaktortartály üzemszabari lefűtató szelep; (17) vizes akna; (18) konténment lefűtató vezeték; (19) konténment lefűtató szelep; (20) reaktorcsarnok; (21) pihentető medence

TÖRTÉNÉSEK-3



ÖSSZEFOGLALÁS-1

○ R9 földrengés + 10m-es szökőár

- 14600 épület Ø
- 1 170 000 épület jelentősen megrongálódott
- É-K Japán ipari és infrastruktúrája erősen károsodott
- 180-210 Mrd USD (3%-a a japán GDP-nek) kár
- 360 e ember evakuálva (177 e Fukushima AE körül)

○ Alulméretezett reaktorberendezések

○ 4 reaktor valószínűleg elveszett

○ ÉS MÉGIS:

- Σ emberáldozat: 15 000 fő (?????)
- AE sérültek száma eddig 15 fő (sajnos lehet még több is, sőt talán lesznek halálos áldozatok is)

○ **Ennek ellenére miről szólnak a hírek?**

ÖSSZEFOGLALÁS-2

◉ Méretezési tanulságok

- Miért nem méretezték konzervatívabban a reaktorokat?
- Lehetett volna?
- Hol van a határ? Példák erre:
 - ◉ AE méretezése a mostani esetre.
 - ◉ De mi van, ha jön egy óriás meteorit?

◉ Méretezési analógiák:

- Szgk. méretezése pl. 40 km/ h frontális ütközésre
- Lehetne szgk.-kat „feljebb” méretezni? (pl. 150 km/ h frontális ütközésre)
- Miért nem teszik meg, pedig minden évben van kb 1000 halálos közl. baleset?

◉ **Ennek ellenére az AE-ek biztonsági felülvizsgálatát**

Nem lehet és nem szabad elkerülni!!!