

Jedrska nesreča v Fukushimai:

Radiološke posledice

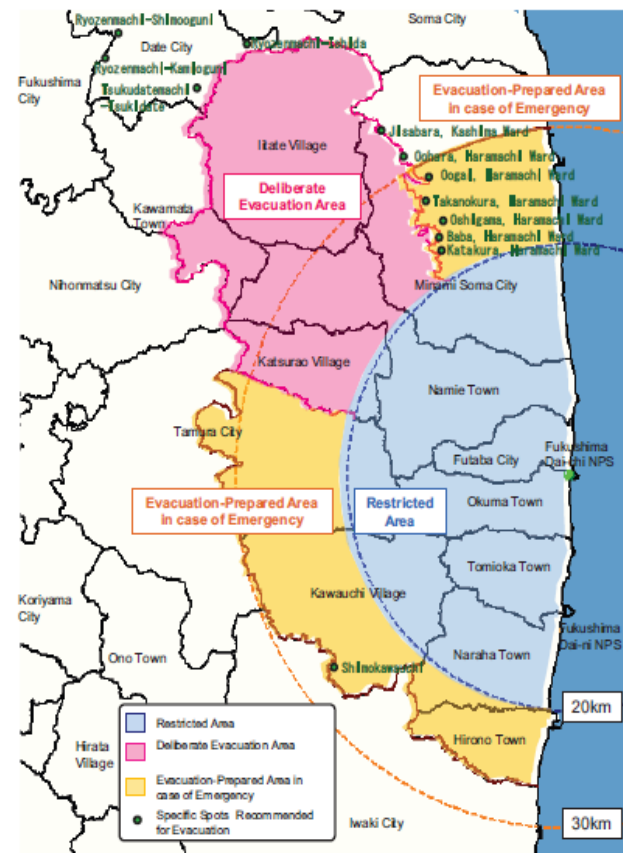
Avtor: Matija Oblak
Mentor: prof. dr. Iztok Tiselj
Predmet: Jedrska tehnika in energetika

Radioaktivni izpusti v okolje

- Jedrska nesreča v Fukušimi, ki je ocenjena z najvišjo (7.) stopnjo lestvice INES (international nuclear and radiological event scale)
- Med nesrečo je prišlo do radioaktivnih izpustov:
 - na lokaciji same elektrarne (manipuliranje s sistemi v elektrarni onemogočeno ali vsaj zelo oteženo)
 - izven same lokacije elektrarne (potrebna zaščita prebivalcev in okolja)
- Kontaminirano delovno okolje in širše lokalno okolje
- Izpusti so bili v ozračje in morje
- Lastnosti izpustov so bile pričakovane (žlahtni plini, radioizotopi joda (predvsem dobro hlapljiv I-131, ki ima $T_{1/2} = 8$ dni) in cezija (predvsem Cs-137, ki ima $T_{1/2} = 30$ let) ...)
- Nekateri radioizotopi, ki izvirajo iz poškodovane elektrarne, so bili zaznani praktično po vsej zemeljski obli. Drugi so bili zaznani le v neposredni bližini elektrarne.

Vpliv na prebivalce v neposredni okolici elektrarne

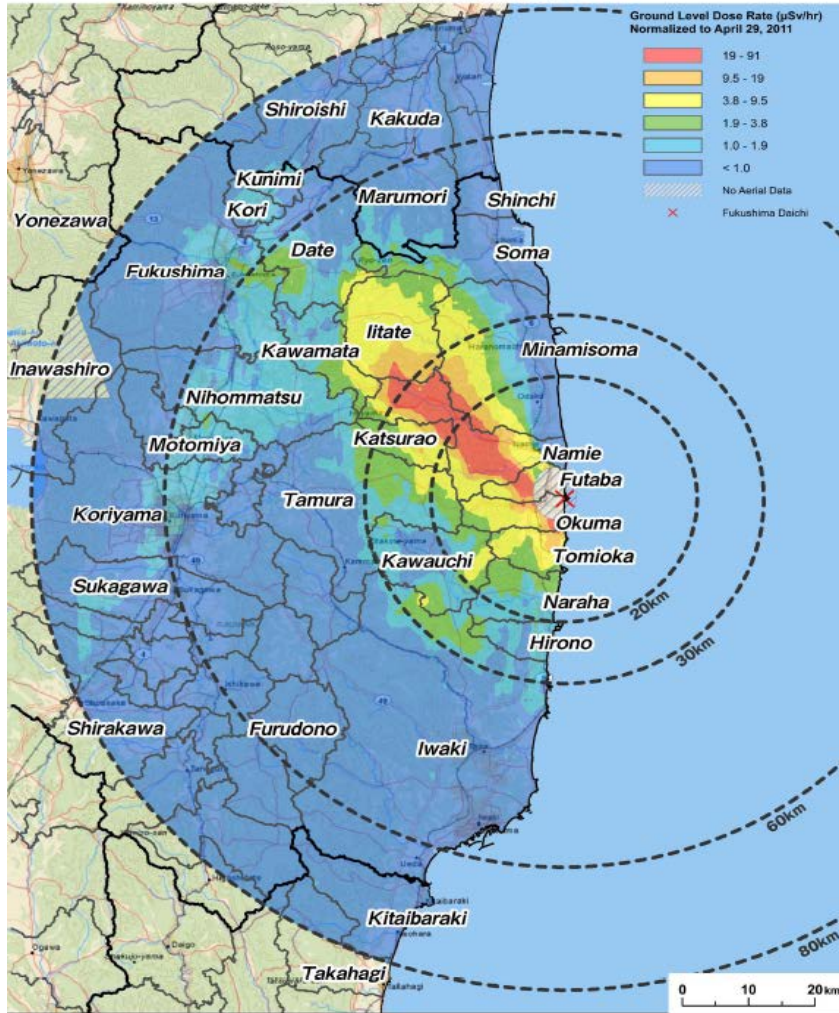
- 6 ur po cunamiju evakuacija prebivalcev v okolici 3 km
 - 14 ur po cunamiju evakuacija prebivalcev v okolici 10 km
 - 27 ur po cunamiju evakuacija prebivalcev v okolici 20 km
- Fukushima Daiichi in 10 km v okolici Fukushima Daini
- 200 000 evakuiranih ljudi
 - Odreditev jodove profilakse
 - Ustanovitev treh con:
 - “prepovedano” področje
 - področje “obvezne” evakuacije
 - področje pripravljenosti (kasneje ukinjena)
 - Področja so postavljena glede na kontaminacijo, ki je posledica izpustov in vremenskih pogojev (500 km² - nad 20 mSv/leto, 1300 km² 5-20 mSv/leto)



Sevalna doza pri tleh

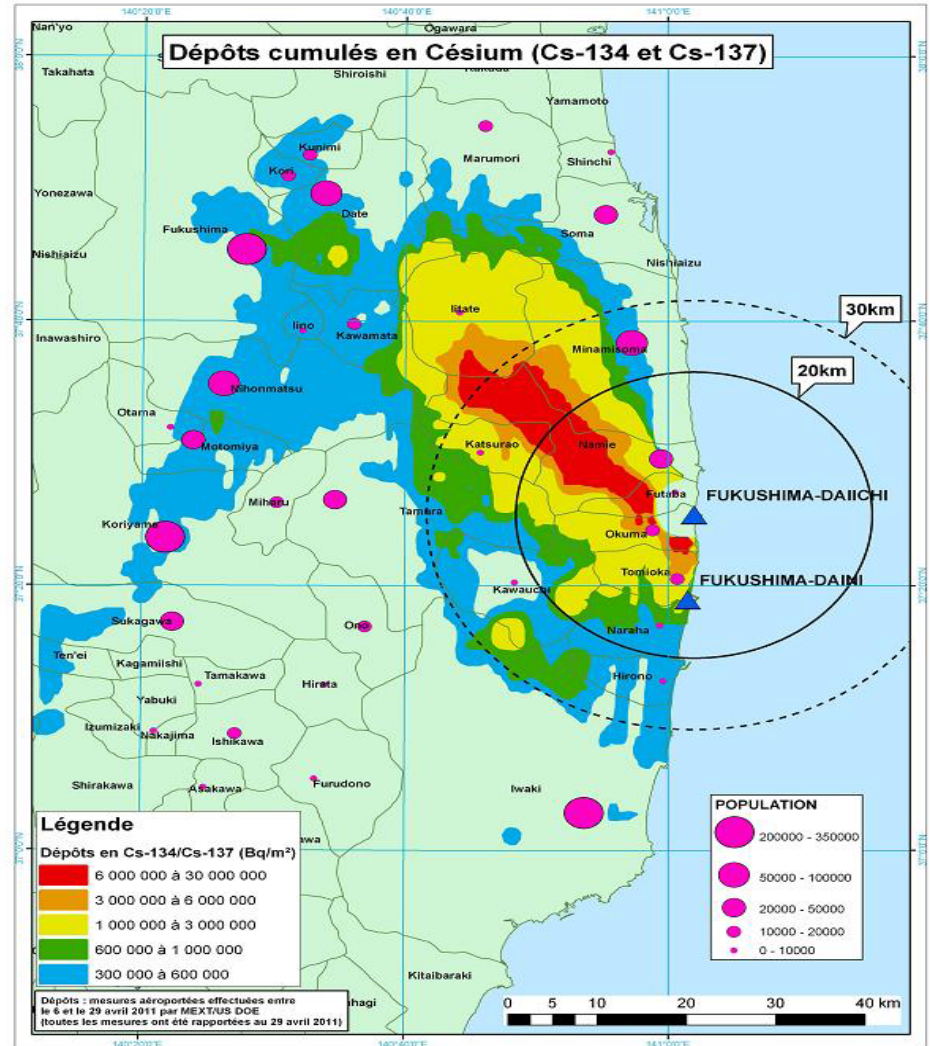
Aerial Measuring Results

Joint US / Japan Survey Data



<http://www.kanenet.com/health/6jdisast-3-2-eng.htm>

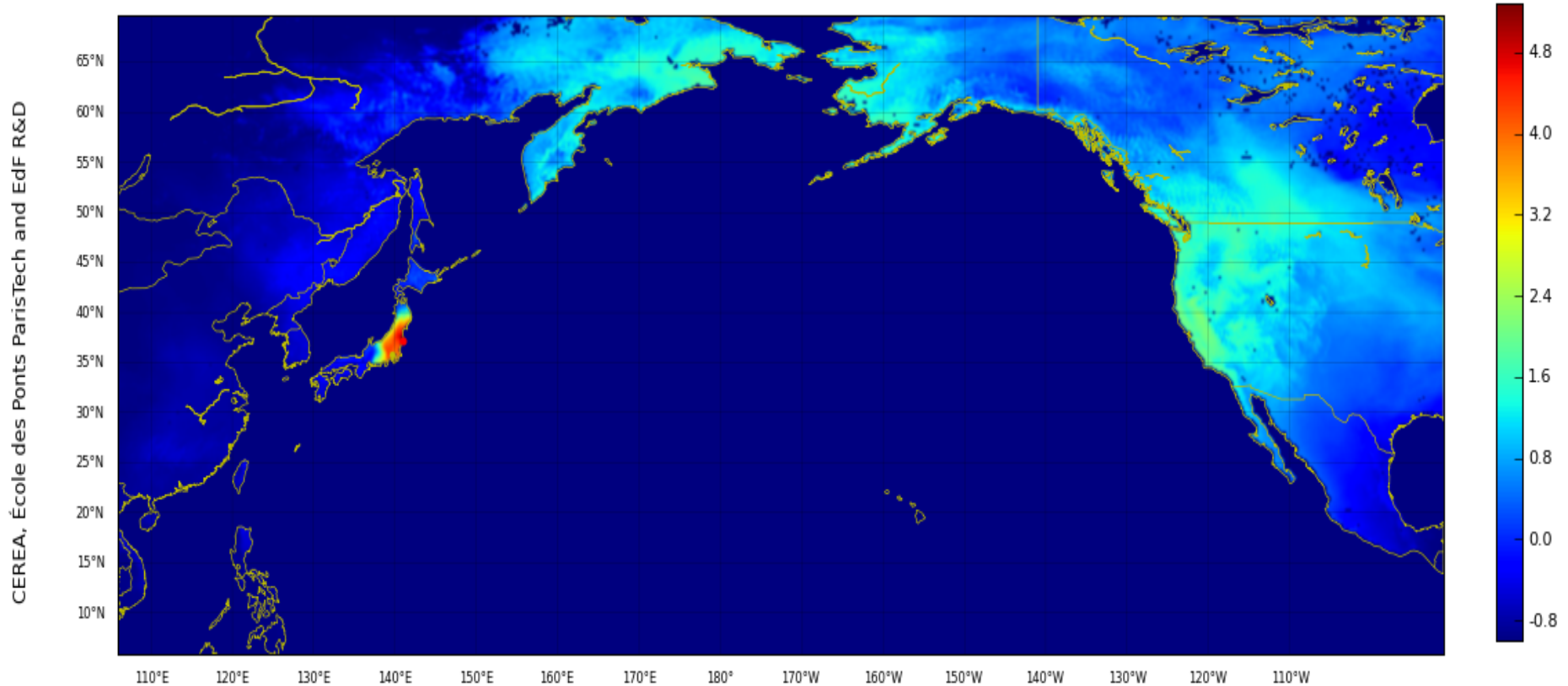
Kumulacija cezija (Cs-134 in Cs-137)



<http://www.irsn.fr/EN/news/Documents/IRSN-Fukushima-Report-DRPH-23052011.pdf>

Kumulacija radioaktivnih snovi zaradi nesreče

Fukushima-Daiichi, caesium-137, 2011-04-06 00:00:00, base-10 log of total ground deposition ($Bq.m^{-2}$)



<http://cerea.enpc.fr/en/fukushima.html>

Vpliv na prebivalce v neposredni okolici elektrarne

- Uvedba kontrole prehajanja med posameznimi conami:
 - Nadzor nad mejami con, ki znašajo približno 150 km, je zelo zahteven.
 - Nadzor obsega tudi analizo kontaminacije oseb in predmetov, ki vstopajo in izstopajo iz posameznega področja.
- Uvedba nadzora nad kontaminacijo okolja (analiza tal...).
- Uvedba nadzora nad kontaminacijo vode, hrane in krme na kontaminiranih.
- Uvedba nadzora nad kmetijskimi dejavnostmi (prepoved žetve riža, ribolova...).
- Nadzor nad kontaminiranim morskim pasom (30 km).

Vpliv na delavce na lokaciji

- TEPCO – operater elektrarne Fukushima Daiichi je med reševanjem izvedel evakuacijo večine delavcev z lokacije (~ 800), zaradi visokih doznih polj pa v določenem časovnem intervalu prav vseh.
- Meritve izpostavljenosti delavcev so zelo zahtevne, saj tak obseg nesreče ni bil predviden in ni bilo dovolj instrumentov in dozimetrov za spremljanje osebnih doz.
- Dozna limita je bila dvignjena na 250 mSv.
- Zagotavljanje zaščite delavcev je bilo zelo zahtevno.
- Napovedujejo 2500 smrtnih žrtev.
- Najvišja prejeta doza: 671 mSv.
- Umrlo naj bi 8 delavcev.

Table 3: Combined external and internal radiation doses to workers at Fukushima Daiichi

Dose (mSv)	March	April	May	June	July	August	September
Greater than 250	6	0	0	0	0	0	0
200-250	2	0	0	0	0	0	0
150-200	13	0	0	0	0	0	0
100-150	77	0	0	0	0	0	0
50-100	309	3	0	0	0	0	0
20-50	859	81	19	16	6	0	7
10-20	1041	310	133	96	69	21	28
Less than 10	1434	3214	2854	1997	2043	1080	1011
Total personnel	3742	3608	3017	2111	2118	1101	1046
Max (mSv)	670.36	69.28	41.61	39.62	31.24	18.27	30.81
Average (mSv)	22.58	3.83	2.85	2.26	1.85	1.46	1.80



<http://en.rian.ru/world/20110324/163179968.html>

Posledice v Evropi

- Radioaktivni oblak z Japonske, ki je najprej obšel Ameriko, je prispel v Evropo brez nekaterih radioizotopov, ki so v času poti razpadli.
- Zaradi disperzije je bil oblak tudi močno razredčen.
- Države v EU so praviloma zaznale jod ($I-131$) v zraku v sledeh (tudi v Sloveniji).
- Nadzor transporta (letal in potnikov, ladij in tovora).
- Nadzor uvožene hrane in krme.
- Nadzor nad jedrsko varnostjo v elektrarnah EU.

Zaključek

- Jedrska nesreča v Fukušimi, ki je ocenjena z najvišjo stopnjo lestvice INES, je zahtevala evakuacijo 200 000 ljudi in ustanovitev zaprtega področja v širši okolici elektrarne, katerega dokončna sanacija in stalna vrnitev evakuirancev še nista načrtovana.
- Med sanacijo elektrarne je sodelovalo nekaj tisoč ljudi, 6 oseb je prejelo dozo nad 250 mSv. Dokončna sanacija nesreče in stabilizacija elektrarne še nista končani.
- Nesreča je zahtevala obsežen in zahteven nadzor kontaminacije ljudi in okolja.
- Zaradi oddaljenosti Evrope radioaktivni izpusti med nesrečo do sedaj niso imeli znatnih vplivov na okolje ali zdravje ljudi v Evropi.