

O nekim prijepornostima (dvojbama) povezanim s nuklearnim elektranama

O prijepornostima koje uznemiruju
nestručnjake

Vladimir Mikuličić

Zagreb, 19. prosinca 2008.

Kontroverzije i kontradikcije

- tvrdokornost
- proturječnosti
- nesuglasice
- nesporazumi
- nedoumice
- nerazumijevanja
- nepoznavanje činjenica
- neznanje

Neslaganja s odgovorima na pitanja o

- ▶ opasnosti (riziku) zbog rada nuklearnih elektrana, odnosno sigurnosti nuklearnih elektrana (opasnosti izazvane kvarovima u nuklearnim elektranama, prevoženjem „**istrošenog, iskorištenog**“ (odzračenog) nuklearnog goriva, plutonijem, proizvodnjom nuklearnog oružja, ratnim plovilima);
 - ▶ odlaganju (uskladištenju, pohrani) radioaktivnog otpada iz NE i postrojenja za preradbu (nuklearno oružje „proizvodi“, „proizvodilo“ je daleko više takvog otpada)
 - ▶ "zatvaranju" i razgradnji (dekomisiji) nuklearnih elektrana
 - ▶ širenju (proliferaciji) nuklearnog oružja i terorizmu
- ekonomičnosti (isplativosti) nuklearnih elektrana

Ključna pitanja

- može li se čovječanstvo odreći raspolaganja s oblikom energije koji nazivamo nuklearnom fisijskom energijom (prije raspolaganja s nuklearnom fuzijskom energijom ili/i sa “Suncem”)?, (ako je odgovor **da**)
- **treba li se odreći?**

(Ne govorimo o nuklearnoj tehnologiji u cjelini. Bez nje čovječanstvo više ne može i ne želi se je odreći.)

Zašto se ne sporazumijevamo (nismo sporazumjeli)?

- **„jezik“**
(činjenica, osjećaja, stručnjaka, nestručnjaka, politike, interesa, manipulacije, ...)
- **poimanje rizika**
(Nerazumijevanje (neprihvatanje) biti rizika:
to što ne gradimo nuklearne elektrane ne znači
da spašavamo živote; upravo suprotno.)

Što je "najopasnije" na Svijetu?

Smanjenje očekivanog trajanja života zbog izloženosti različitim rizicima

Rizici*	SOTŽ (dani)
1 Siromaštvo	3500
2 Muškarac (u odnosu na ženu)	2800
3 Pušač (cigareta)	2300 (2250)
4 Neoženjeni muškarac (bijelac)	2190 (3500)
5 Srčane bolesti*	2100
6 Neudata žena	2000 (1600)
7 Crnac (u odnosu na bijelca)	2000
8 Nizak socijalno-ekonomski status	1500 (700)
9 Rudar	1100
10 Rak*	980

Zvjezdica znači da je u obzir uzeta cjelokupna američka populacija; bez zvjezdice odnosi se subpopulacije izložene promatranim rizicima.

Smanjenje očekivanog trajanja života zbog izloženosti različitim rizicima

11 13,6 kg viška	900
Pušačica (cigareta)	800
12 Nezavršena srednja škola	800 (850)
13 Nedostatno zdravstveno osiguranje*	550
14 Moždani udar*	520
15 6,8 kg viška	450
16 Sve nesreće*	400
17 Boravak u Vijetnamu (vojnici)	400
18 Život na jugoistoku (SC,MS,GA,LA,AL)	350 (500)
Pušenje (cigara)	330
19 Gradnja i održavanje rudnika (nesreće)	320
20 Alkohol*	230
Pušenje (lula)	220

Smanjenje očekivanog trajanja života zbog izloženosti različitim rizicima

Unos hrane povećan za 100 kcal/dan	210
21 Nesreće s osobnim vozilima	180 (207)
22 Upala pluća, gripa*	130 (141)
23 Droga*	100 (18)
Šećerna bolest	95
Nesreće u kući (domu)	95
24 Ubojstva*	95
25 Samoubojstva*	90
26 Onečišćenje zraka*	80
27 Nesreće na radnom mjestu	74
28 AIDS*	70
29 Maleni automobili (u odnosu na srednje)	60
30 U braku s osobom koja puši	50
31 Utapanje*	40 (41)

Smanjenje očekivanog trajanja života zbog izloženosti različitim rizicima

31 Utapanje*	40 (41)
32 Brzina: 105 prema 89 km/h (65 – 55 miles/hr)	40
33 Padovi*	39
Nesreće pješaka	37
34 Otrovi + gušenje*	37
35 Radon u domovima (stanovima)*	35
Nesreće na bezrizičnim poslovima	30
36 Vatra, opekline*	27
37 Crna kava: 2 šalice/dan	26
38 Posao koji uključuje korištenje radioaktivnosti, godine 18-65	25
Proizvodnja energije	24
39 Nesreće s vatrenim oružjem*	11

Smanjenje očekivanog trajanja života zbog izloženosti različitim rizicima

Prirodna radioaktivnost	8
Rendgen	6
40 Pilule protiv začeca	5
Nesreće biciklista	5
Dijetalna pića	2
41 Rad nuklearnih elektrana („Udruženje zabrinutih znanstvenika“)*	1,5 (2)
42 Maslac od kikirikija (1 žličica/dan)	1,1
43 Uragani, tornada*	1
44 Zrakoplovne nesreće*	1
45 Rušenje brana hidroelektrana*	1
46 Živjeti pokraj nuklearne elektrane	0,4

Smanjenje očekivanog trajanja života zbog izloženosti različitim rizicima

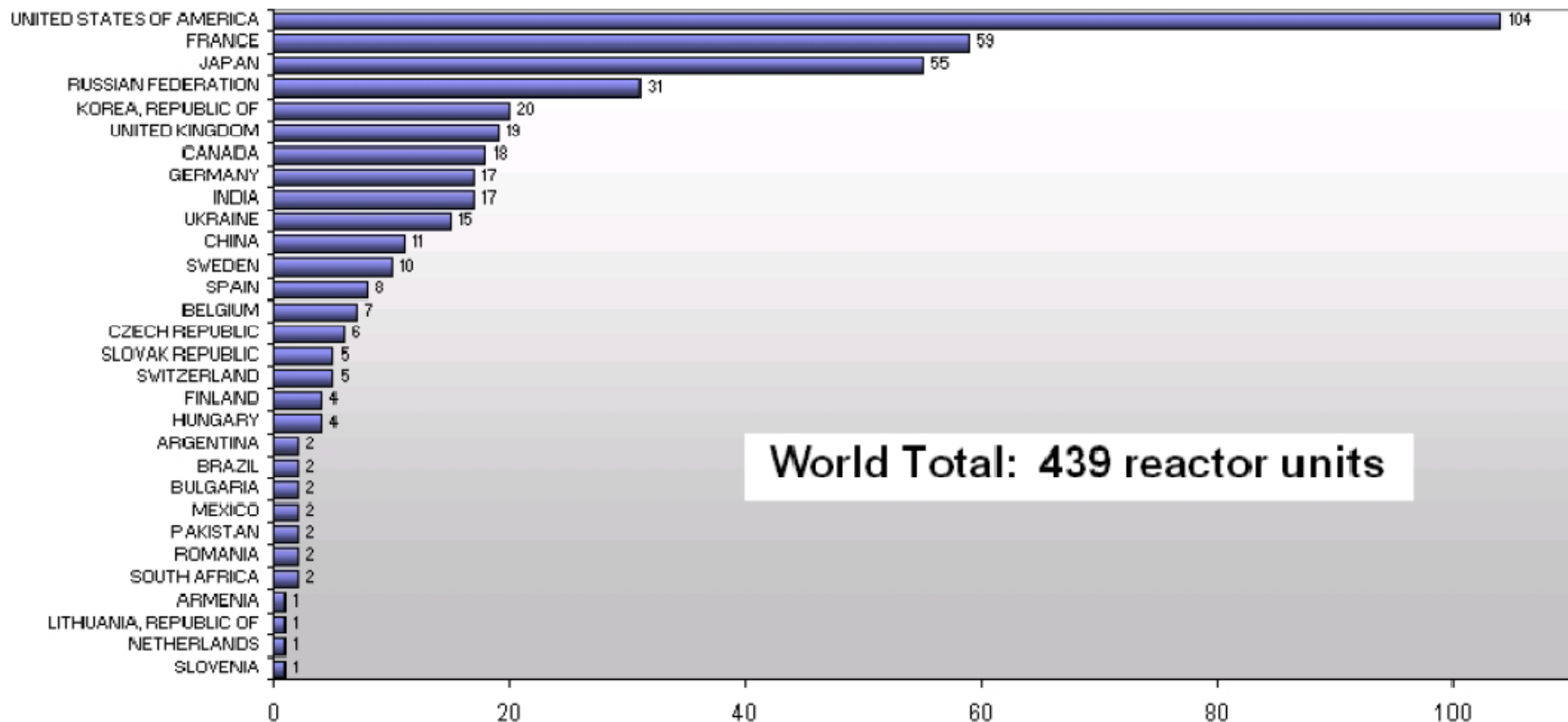
47	Rad nuklearnih elektrana (Nuklearna regulatorna komisija)*	0,04 (0,02)
	Zračenja nuklearne industrije	0,02
	PAP test	-4
	Dimni alarm u domovima	-10
	Zračni jastuci (u automobilima)	- 50
	Pokretna koronarna stanica	- 125

Kako to rade ...

... činjenice:

- u 31 zemlji (30+Tajvan (6 reaktora /Kina/) na kraju 2008. radi 439 (velikih) nuklearnih reaktora (nuklearnih elektrana)
- 32 zemlje Svijeta služe se nuklearnom energijom fisije pretvarajući je u električnu (32 = 31 + Hrvatska)

Broj (velikih, "komercijalnih") nuklearnih reaktora koji rade na kraju 2008. god.



Od **439** reaktora **265** rektora su **PWR**, a **94 BWR**. Među preostalim vrstama reaktora najzastupljeniji su **PHWR**, njih **44**. (Rade i 2 FBR-a.)

Što slijedi?

- 42 reaktora (NE) se upravo gradi,
- 106 reaktora (NE) bit će u pogonu unutar 8 godina (do 2016. god.), a za
- 270 (NE) - očekuje se početak rada unutar 20 godina (do 2028. god.)

42 nuklearna reaktora (NE) se upravo grade

Under Construction

Country	No. of Units	Total MW(e)
ARGENTINA	1	692
BULGARIA	2	1906
CHINA (7) + Taiwan (2)	9	8220
FINLAND	1	1600
FRANCE	1	1600
INDIA	6	2910
IRAN, ISLAMIC REPUBLIC OF	1	915
JAPAN	2	2191
KOREA, REPUBLIC OF	5	5180
PAKISTAN	1	300
RUSSIAN FEDERATION	8	5809
UKRAINE	2	1900
UNITED STATES OF AMERICA	1	1165
Total:	42	36988

Budućnost, bliska (2016.) i dalja (2028.)

COUNTRY	REACTORS PLANNED		REACTORS PROPOSED	
	Dec 2008		Dec 2008	
	No.	MWe	No.	MWe
<u>Argentina</u>	1	740	1	740
<u>Armenia</u>	0	0	1	1000
<u>Bangladesh</u>	0	0	2	2000
<u>Belarus</u>	2	2000	2	2000
<u>Brazil</u>	1	1245	4	4000
<u>Bulgaria</u>	2	1900	0	0
<u>Canada</u>	3	3300	6	6600
<u>China</u>	24	24940	76	62600
<u>Czech Republic</u>	0	0	2	3400
<u>Egypt</u>	1	1000	1	1000

Budućnost, bliska (2016.) i dalja (2028.)

<u>Egypt</u>	1	1000	1	1000
<u>Finland</u>	0	0	1	1000
<u>France</u>	0	0	1	1600
<u>Hungary</u>	0	0	2	2000
<u>India</u>	10	9760	15	11200
<u>Indonesia</u>	2	2000	4	4000
<u>Iran</u>	2	1900	1	300
<u>Israel</u>	0	0	1	1200
<u>Italy</u>	0	0	10	17000

Budućnost, bliska (2016.) i dalja (2028.)

<u>Japan</u>	11	14945	1	1100
<u>Kazakhstan</u>	2	600	2	600
<u>Korea DPR (North)</u>	1	950	0	0
<u>Korea RO (South)</u>	5	6400	2	2700
<u>Lithuania</u>	0	0	2	3400
<u>Mexico</u>	0	0	2	2000
<u>Pakistan</u>	2	600	2	2000
<u>Poland</u>	0	0	5	10000
<u>Romania</u>	2	1310	1	655

Budućnost, bliska (2016.) i dalja (2028.)

<u>Russia</u>	11	12870	25	22280
<u>Slovakia</u>	0	0	1	1200
<u>Slovenia</u>	0	0	1	1000
<u>South Africa</u>	3	3565	24	4000
<u>Switzerland</u>	0	0	3	4000
<u>Thailand</u>	2	2000	4	4000
<u>Turkey</u>	2	2400	1	1200

Budućnost, bliska (2016.) i dalja (2028.)

<u>Ukraine</u>	2	1900	20	27000
<u>UAE</u>	3	4500	11	15500
<u>United Kingdom</u>	0	0	6	9600
<u>USA</u>	12	15000	20	26000
<u>Vietnam</u>	2	2000	8	8000
WORLD**	106	117,825	270	266,275
	No.	MWe	No.	MWe

Broj dosad “zatvorenih” NE (reaktora)

Shutdown Reactors by Country

Shutdown

Country	No. of Units	Total MW(e)
ARMENIA	1	376
BELGIUM	1	10
BULGARIA	4	1632
CANADA	3	478
FRANCE	11	3798
GERMANY	19	5879
ITALY	4	1423
JAPAN	3	297
KAZAKHSTAN	1	52
LITHUANIA, REPUBLIC OF	1	1185
NETHERLANDS	1	55
RUSSIAN FEDERATION	5	786
SLOVAK REPUBLIC	2	501
SPAIN	2	621
SWEDEN	3	1225
UKRAINE	4	3515
UNITED KINGDOM	26	3324
UNITED STATES OF AMERICA	28	9764
Total:	119	3492

Broj dosad "zatvorenih" NE (reaktora)

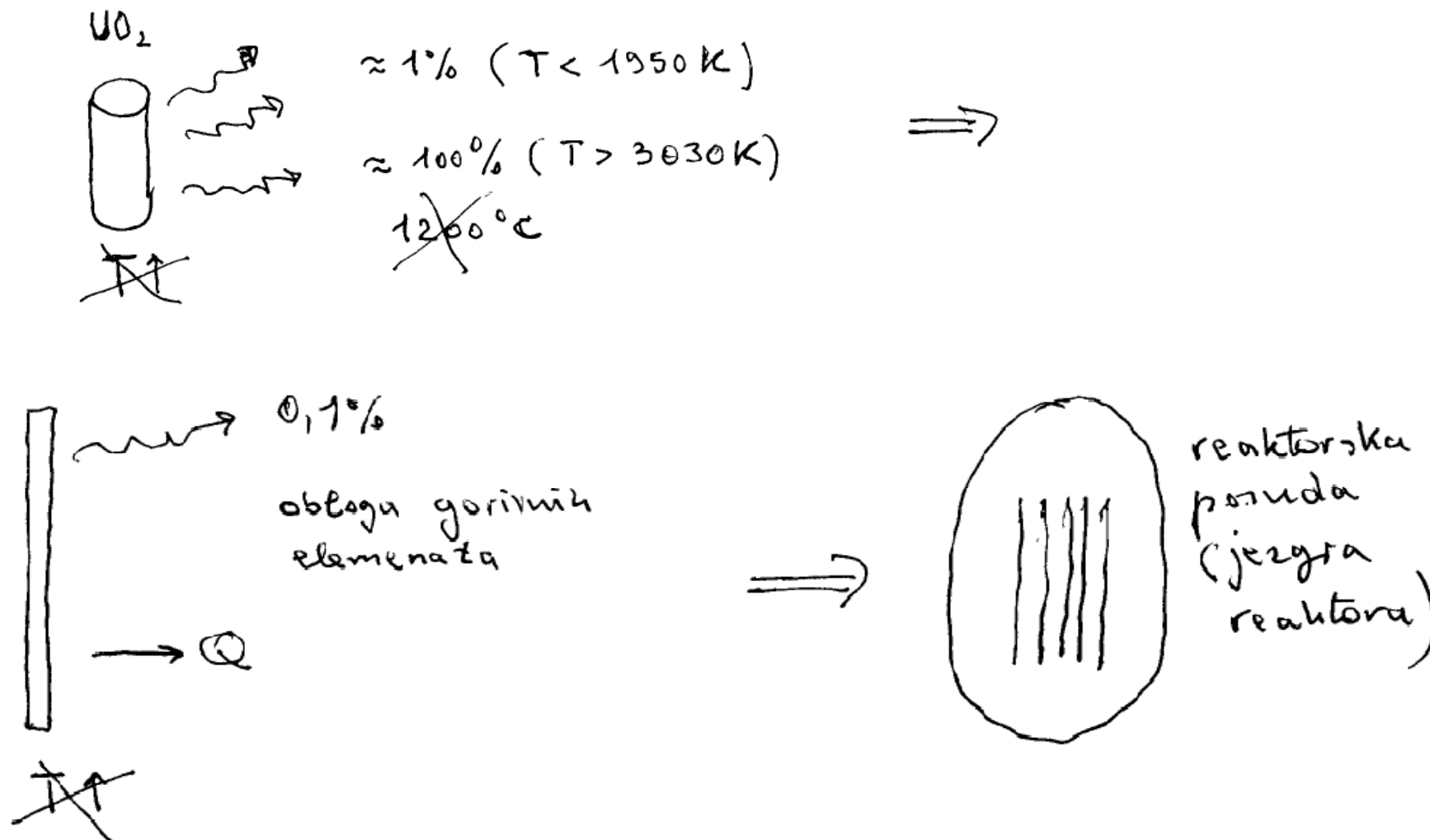
NUCLEAR POWER PLANTS INFORMATION

Shutdown Reactors by Type

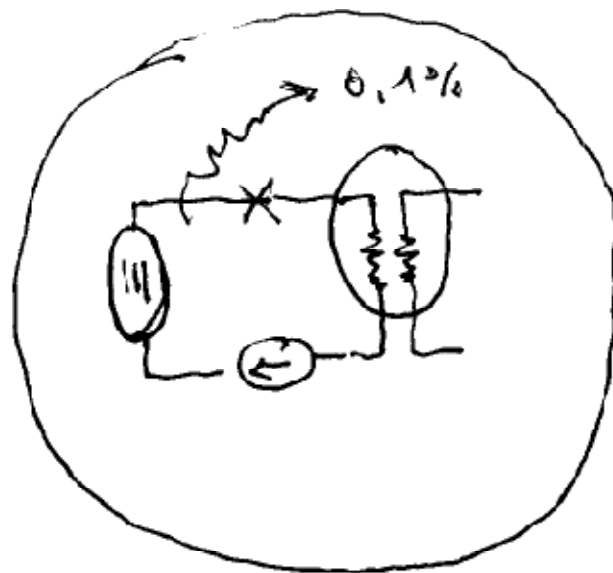
Shutdown

Type	No. of Units	Total MW(e)
BWR	21	5350
FBR	6	1578
GCR	34	5977
HTGR	4	679
HWGCR	3	263
HWLWR	2	398
LWGR	8	4953
PHWR	5	307
PWR	33	15237
SGHWR	1	92
X	2	87
Total:	119	34921

Zašto (ni)su nuklearne elektrane opasne?

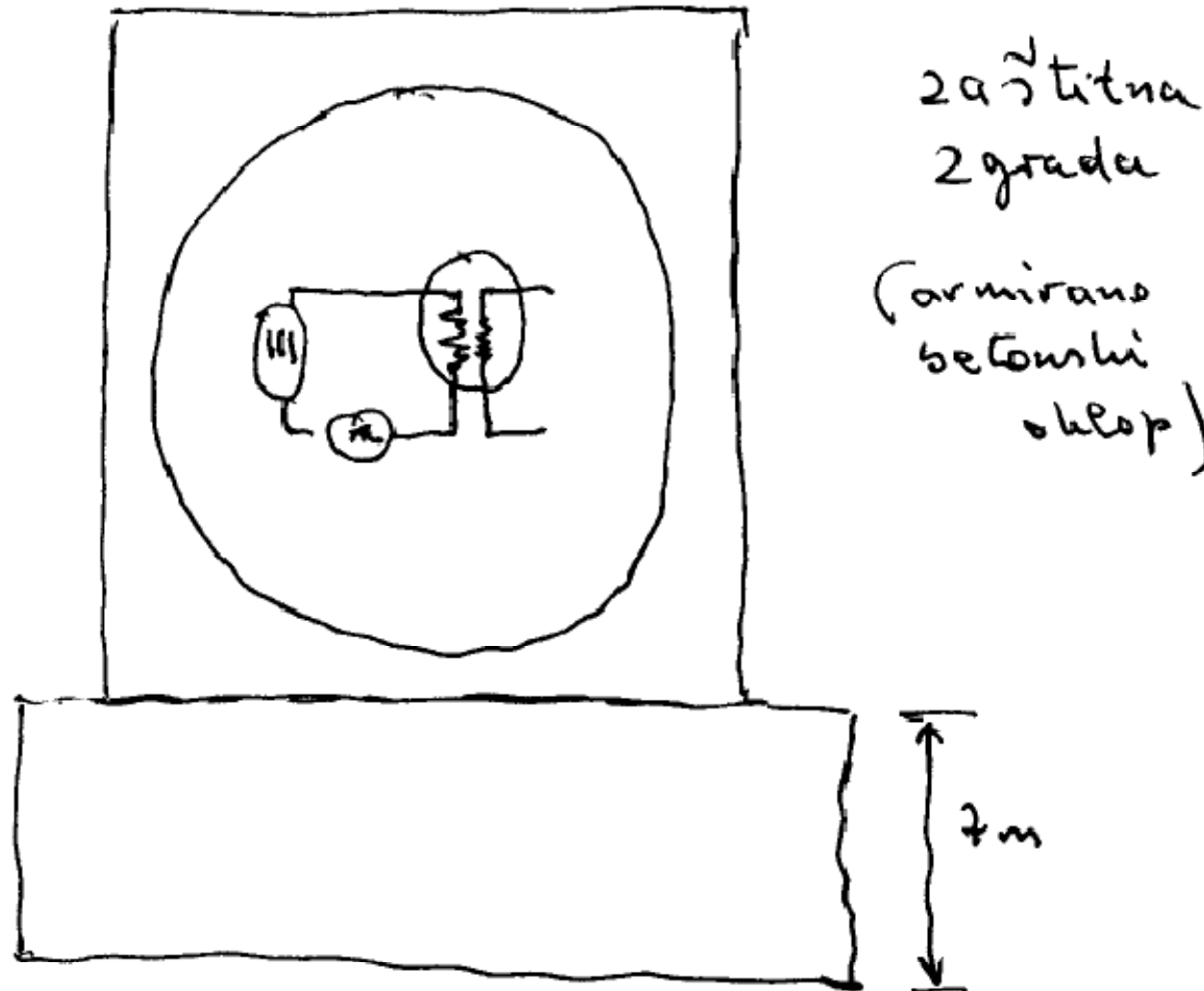


Zašto (ni)su nuklearne elektrane opasne?



Zaštitna posuda
(kontejner)

Zašto (ni)su nuklearne elektrane opasne?



O „problemu“ odlaganja nuklearnog otpada

m = konst. (!?)

- 1 kg C → 3,667 kg CO₂
- 1 kg S → 2 kg SO₂
- 1 kg N → 3,286 kg NO₂

O „problemu“ odlaganja nuklearnog otpada

Godišnja bilanca termoelektrane na ugljen snage 1000 MW

promatrano gorivo	2.300.000 t
sumporni dioksid (bez uređaja za odsumporavanje)	50.000 t
sumporni dioksid (s uređajem za odsumporavanje)	8.000
prašine	1.500 t
dušikovih oksida	17.000 t
ugljikovodika	200 t
ugljičnog monoksida	500 t
ugljičnog dioksida	5.000.000 t
pepela	250.000 t

O „problemu“ odlaganja nuklearnog otpada

Godišnja bilanca nuklearne elektrane snage 1000 MW

Na početku rada:

promatrano gorivo	30 t (100%) (90 t, 3% obogaćenja)
iskoristivo (fisiono)	≈ 1 t U-235 (3%)
neiskoristivo (nefisiono)	≈ 29 t U-238 (97%)

Nakon jedne godine rada:

promatrano gorivo	30 t (100%) (0,1% - defekt mase)
od toga još upotrebljivo	0,3 t U-235 (1%) 0,3 t plutonija (1%) 28,4 t U-238 (95%)
neupotrebljivi otpad	1 t (3%)

O „problemu“ odlaganja nuklearnog otpada

PWR

- 3,3% → 0,8% (opadanje postotka U-235; početak-kraj)
- po toni istrošenog goriva potrošeno je \approx 25kg U-235 i \approx 25 kg U-238
- u fisiji proizvedeno je oko 35 kg fisijskih proizvoda, oko 9 kg plutonija, 4,6kg U-236 i 0,04 kg Cm-244

O „problemu“ odlaganja nuklearnog otpada

Stručnjaci su, što se bave zbrinjavanjem otpada, jedinstveni u tvrdnji da je odlaganje radioaktivnog otpada iz nuklearnih elektrana zapravo trivijalni tehnički problem.

Nikada nitko nije dosad stradao.

- prevoženje (20.000, 30 milijuna km)
- Gabon (prirodno odlagalište, 10 m migrirao je dugoživući radioaktivni otpad)
- “vojni” otpad ?

Postoje “pravi” problemi zbrinjavanja otpada.

Usporedba NE i TE ložene ugljenom (jednaka proizvodnja električne energije): broj mrtvih u godini dana

Izvor	Broj mrtvih	
	Prvih 500 godina	Konačno
NE		
Visokoaktivni otpad	0,0001	0,018
Emisija radona	0,00	-420
Emisije (Kr,Xe,T, ¹⁴ C)	0,05	0,3
Niskoaktivni otpad	0,0001	0,0004
TE		
Onečišćenje zraka	75	75
Emisija radona	0,11	30
Kemijski karcinogeni	0,5	70

O problemu širenja nuklearnog oružja i terorizmu

Veza je između komercijalnih nuklearnih elektrana, proliferacije nuklearnog oružja i terorizma (meni) skrivena, neprepoznatljiva i nejasna.

Proizvodnja nuklearnog oružja

- obogaćivanje urana
- proizvodnja plutonija u posebnim reaktorima
- proizvodnja plutonija u „komercijalnim“ reaktorima (2. i 3. zahtijeva preradbu goriva.)

Nitko neće danas proizvoditi plutonij u „komercijalnim“ nuklearnim elektranama – za to postoje posebni (jeftini) reaktori (i istraživački reaktori). Barem ne radi li se o proizvodnji „u brzini“. Oprez je, međutim, potreban.

Zaključno
