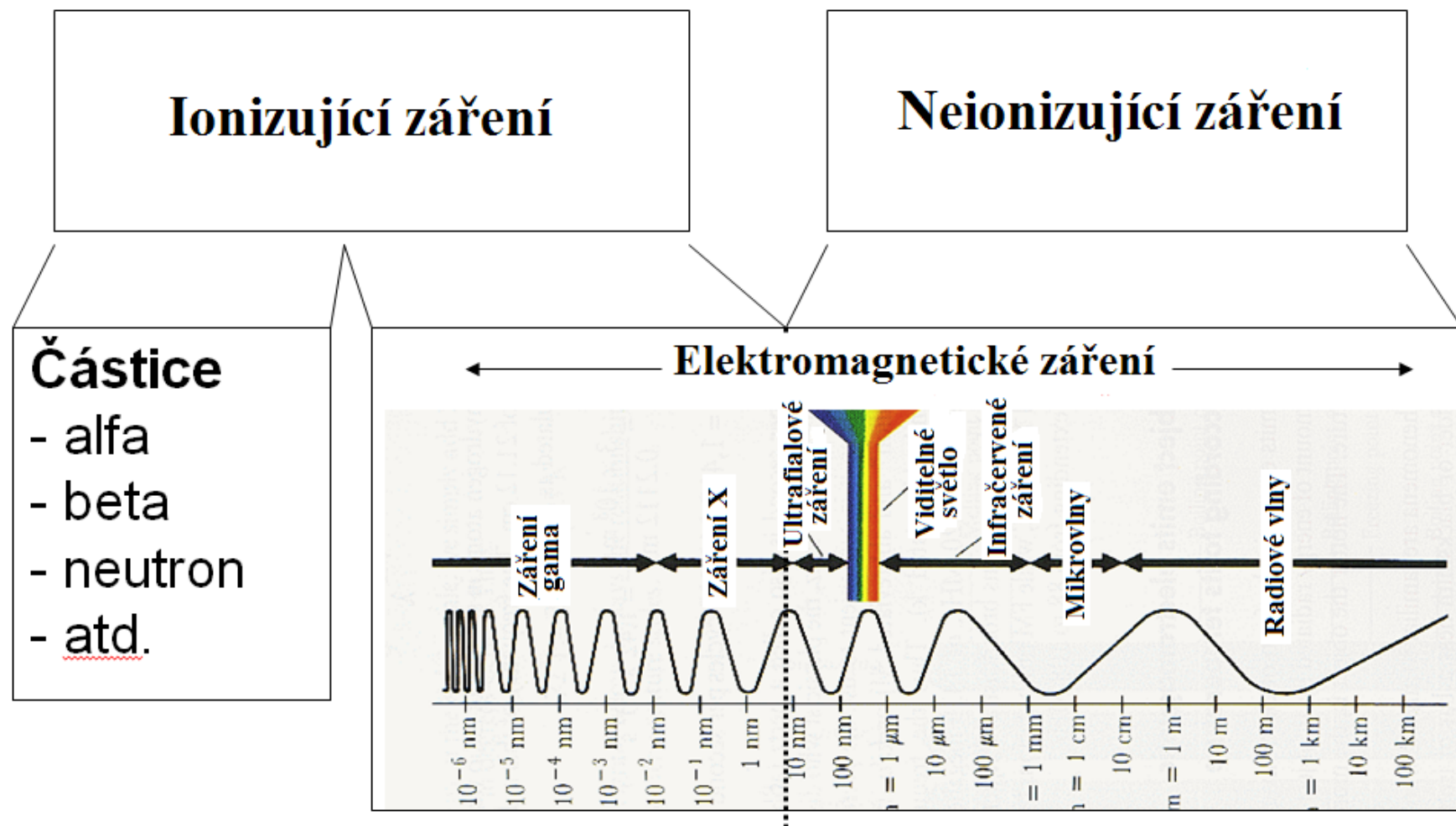


Jaderná bezpečnost

Ochrana člověka za mimořádných událostí

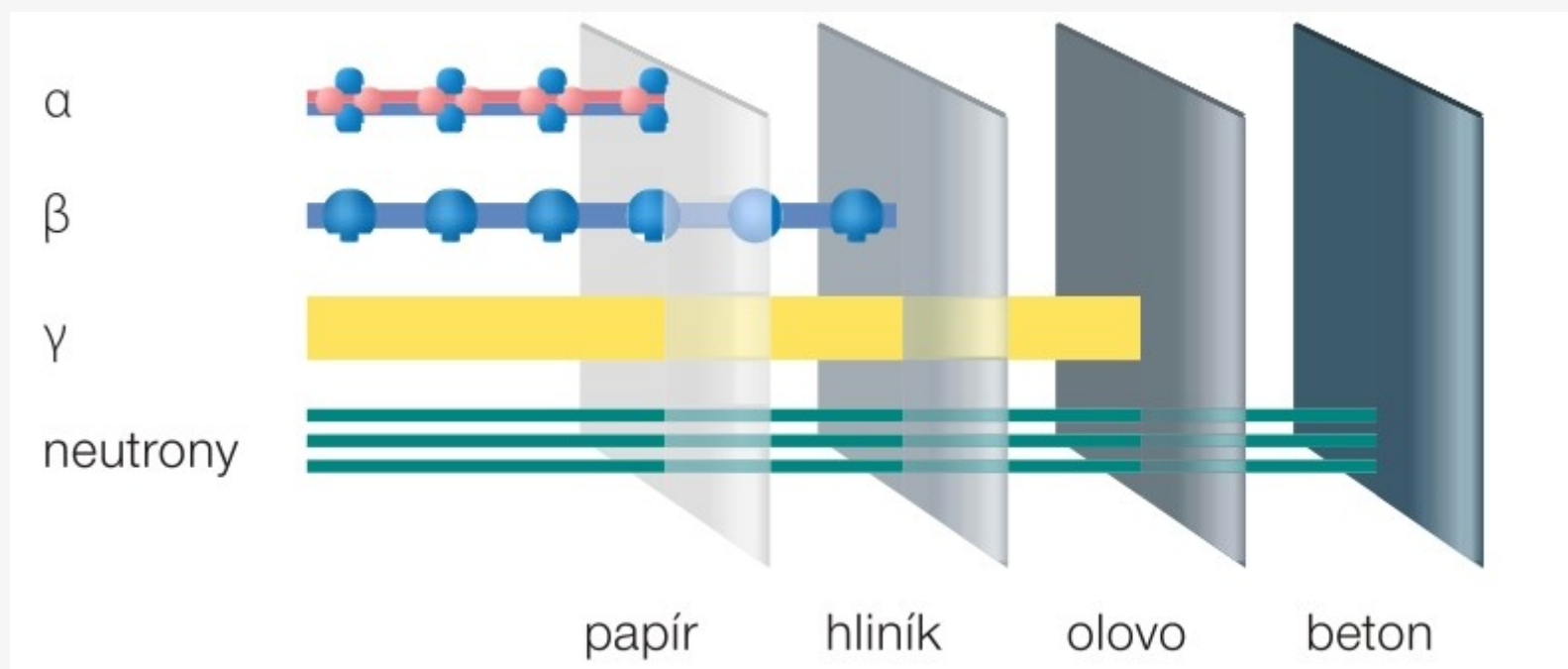
Mgr. Tomáš Milář, Ph.D.

Ionizující a neionizující záření



Ilustrace vlastností ionizujícího a neionizujícího záření

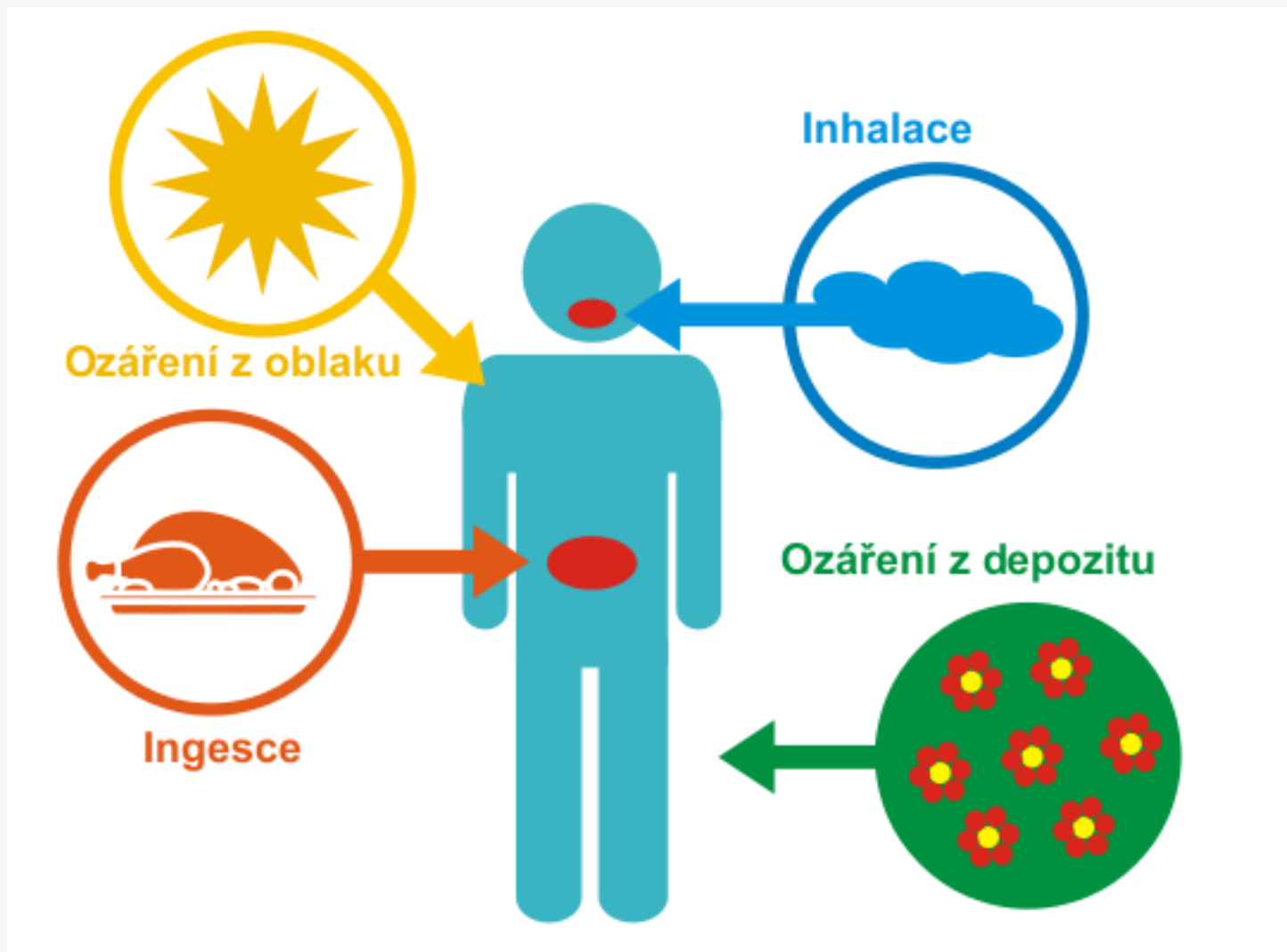
Průnik záření různými druhy materiálů

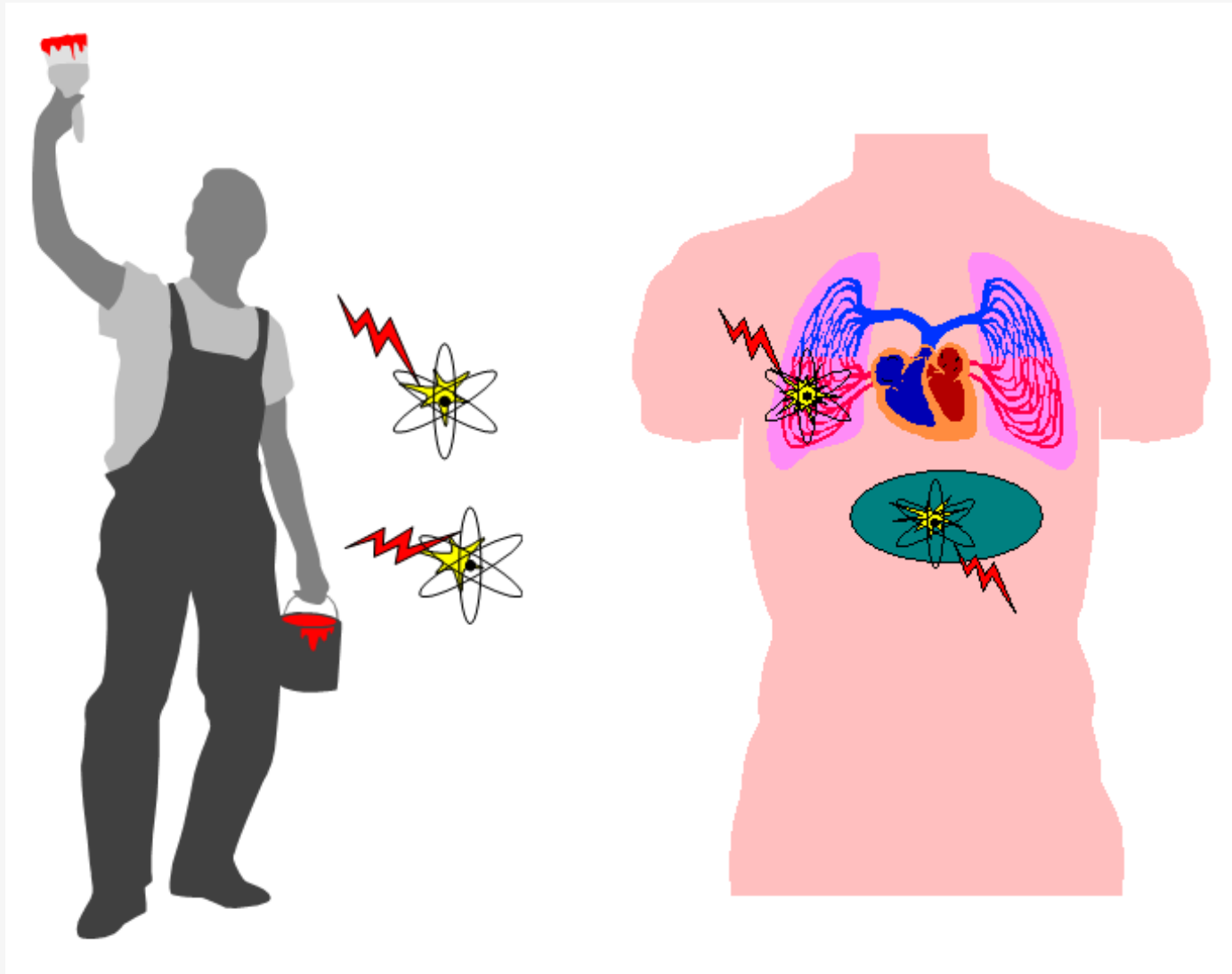




Podíl průměrného ozáření člověka z různých zdrojů. Podíly jednotlivých příspěvků přírodních zdrojů silně kolísají podle nadmořské výšky a typu horninového podloží. Ozáření jednotlivce pak v neposlední řadě závisí také na životním stylu (časté lety letadlem, sledování televize, větrání či nevětrání v radonových oblastech atd.) a stravovacích zvyklostech. Z umělých zdrojů převládají zdravotnické aplikace. Příspěvek globálního spadu nebo jaderných energetických zařízení je zanedbatelný.

Možné cesty ozáření

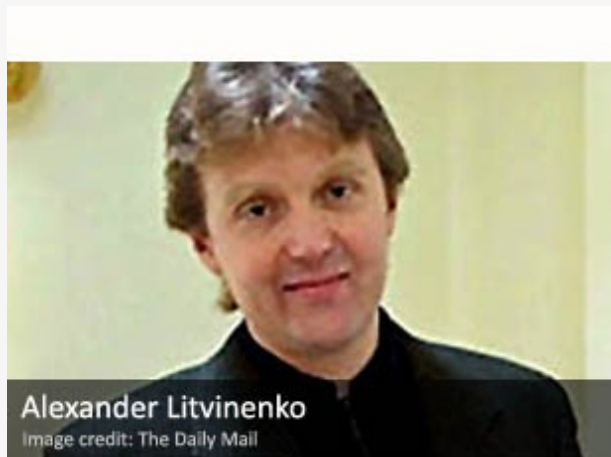




Vnější vs. vnitřní ozáření

Alexander Litviněenko

- agent KGB, disident a kritik prezidenta Putina
- 2006 otráven radioaktivním poloniem 210
- cena smrtelné dávky polonia: asi 1 miliarda Kč



Dávky ozáření a limity:

- přírodní radiační pozadí občana ČR 2,5 až 3 mSv/rok
- přírodní radiační pozadí občana Kerali v Indii 17 mSv/rok
- přírodní radiační pozadí občana Guapari v Brazílii 175 mSv/rok
- přírodní radiační pozadí občana Ramsaru v Iránu 400 mSv/rok

RTG střev 4 mSv

RTG žaludku 2,4 mSv

RTG kyčlí 1,7 mSv

limit pro pracovníka se zářením 50 mSv/rok 100mSv/5let

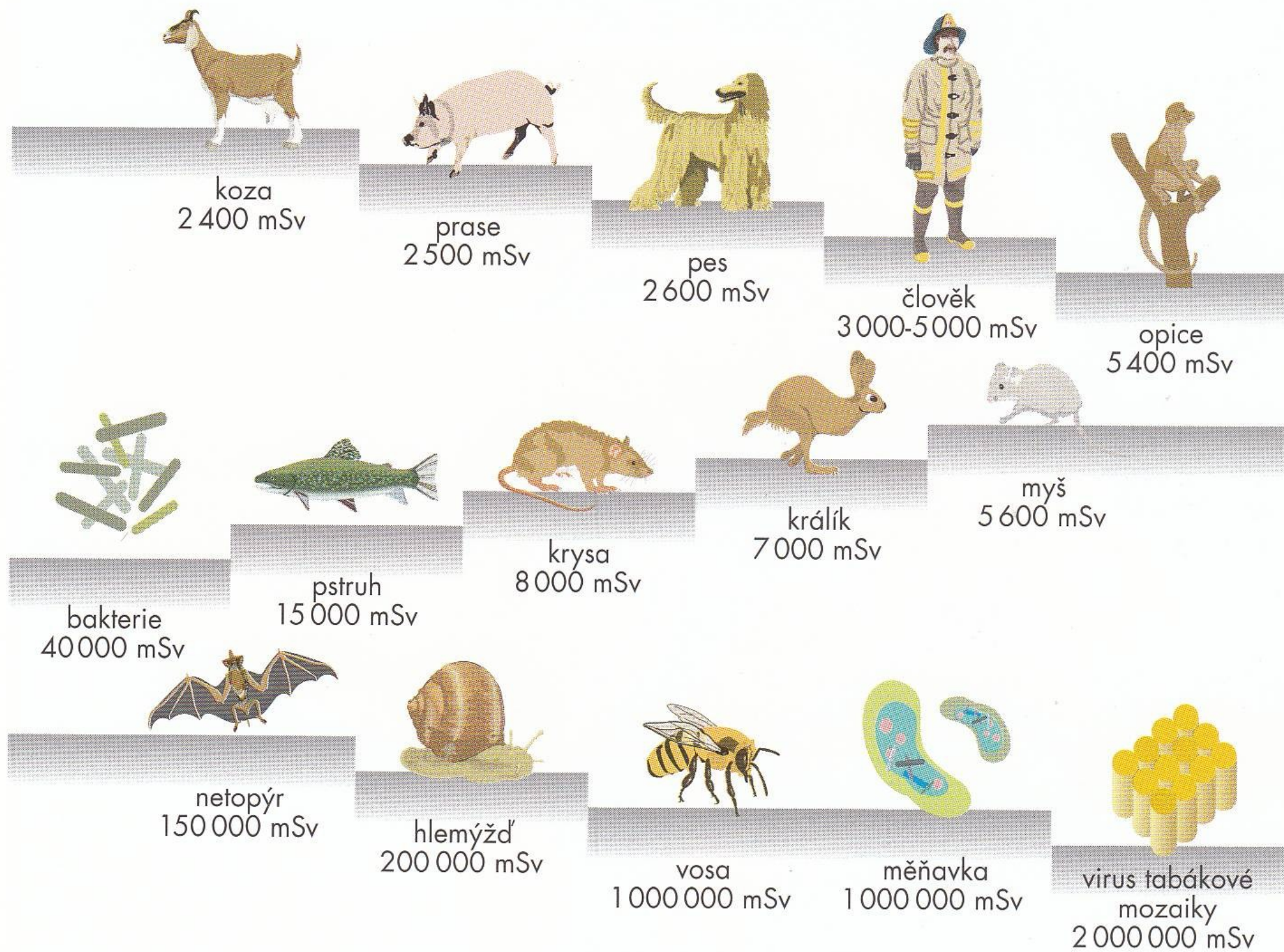
pracovník JE Dukovany 0,4 mSv/rok

obyvatelstvo v okolí JE Dukovany obdrží 0,005 mSv/rok

3 lety letadlem Praha – USA 0,38 mSv/rok

Průměrná efektivní dávka obyvatelstvu ČR v r. 1986 0,26 mSv

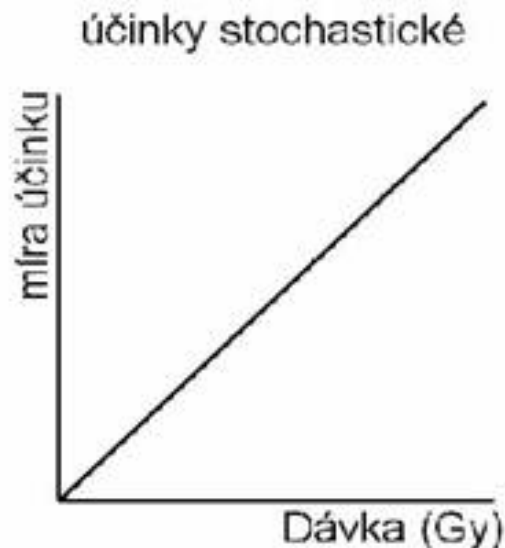
<http://danyk.wz.cz/ion.html>



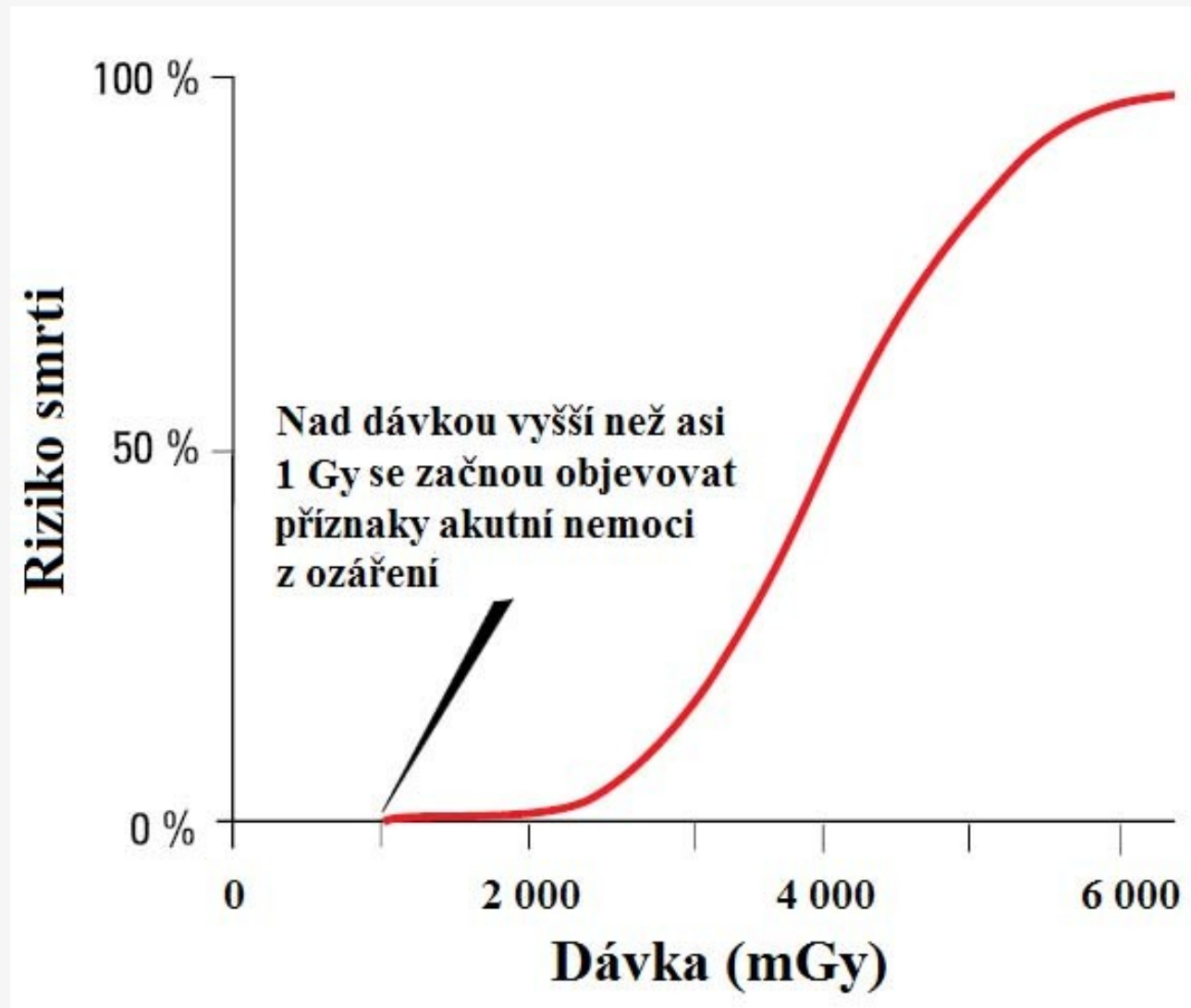
Citlivost na ozáření u různých tvorů. Dávkový ekvivalent, který přežije polovina ozářených jedinců.

Biologické účinky záření

- - **deterministické** (zákonité, nestochastické, nenahodilé) projevující se **vždy**, ale až při **překročení určité prahové dávky**
- **stochastické** (nahodilé, statistické), které **nemají žádnou prahovou dávku a mají statistický (pravděpodobnostní) charakter**



Závažnost deterministických biologických účinků ozáření se s dávkou zvyšuje (účinky se objevují nad určitou prahovou dávkou)



Likvidace následků fukušimské havárie - malé riziko pro seniory



Dobrovolníci – starší inženýři (Yasuteru Yamada)

Důvody pro zapojení seniorů do likvidace následků havárie:

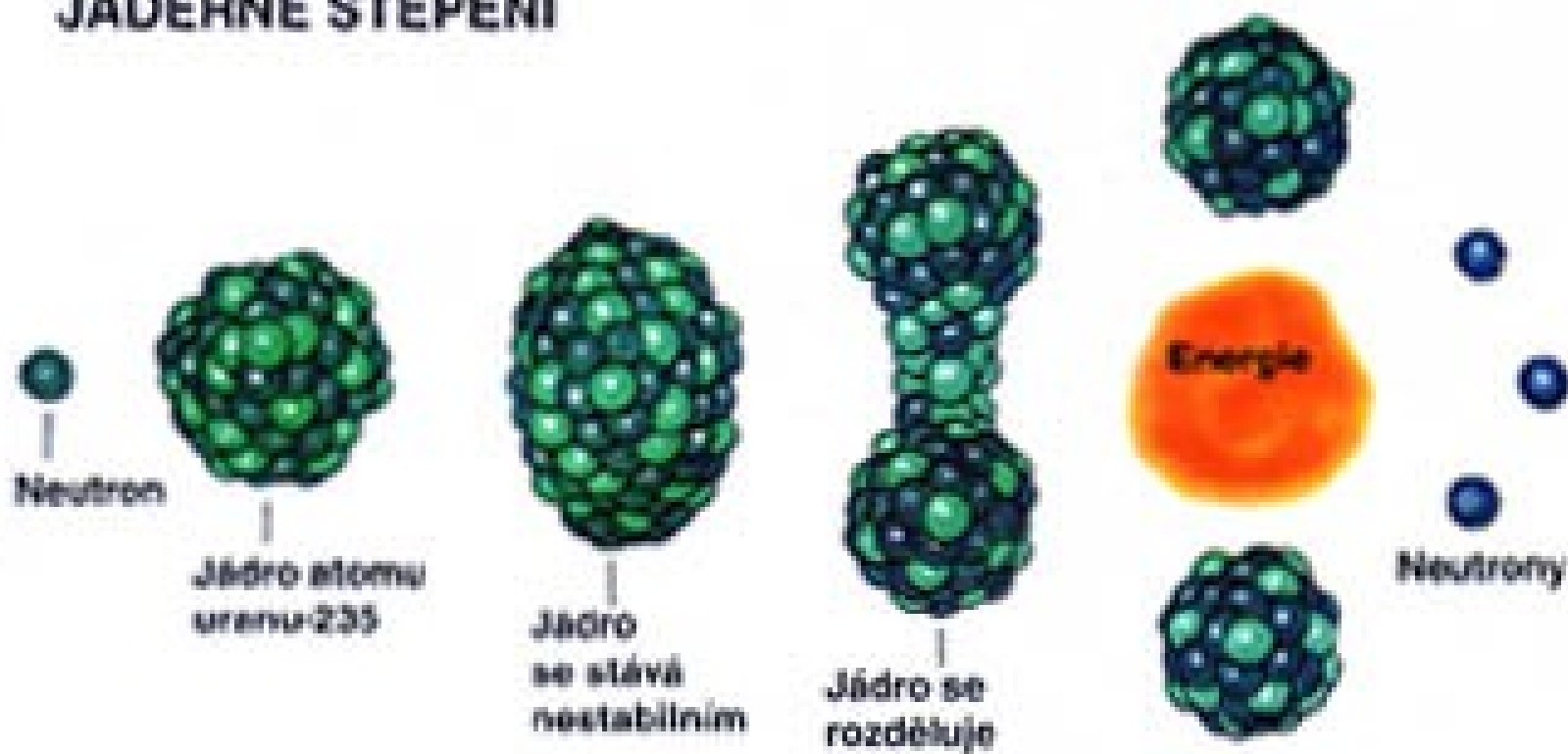
1. potřeba 10-20 let k rozvinutí rakoviny, 2. u starších lidí se méně obnovují buňky je tedy menší riziko mutací, 3. nehrozí poškození potomků.

<http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-pacific-13598607>

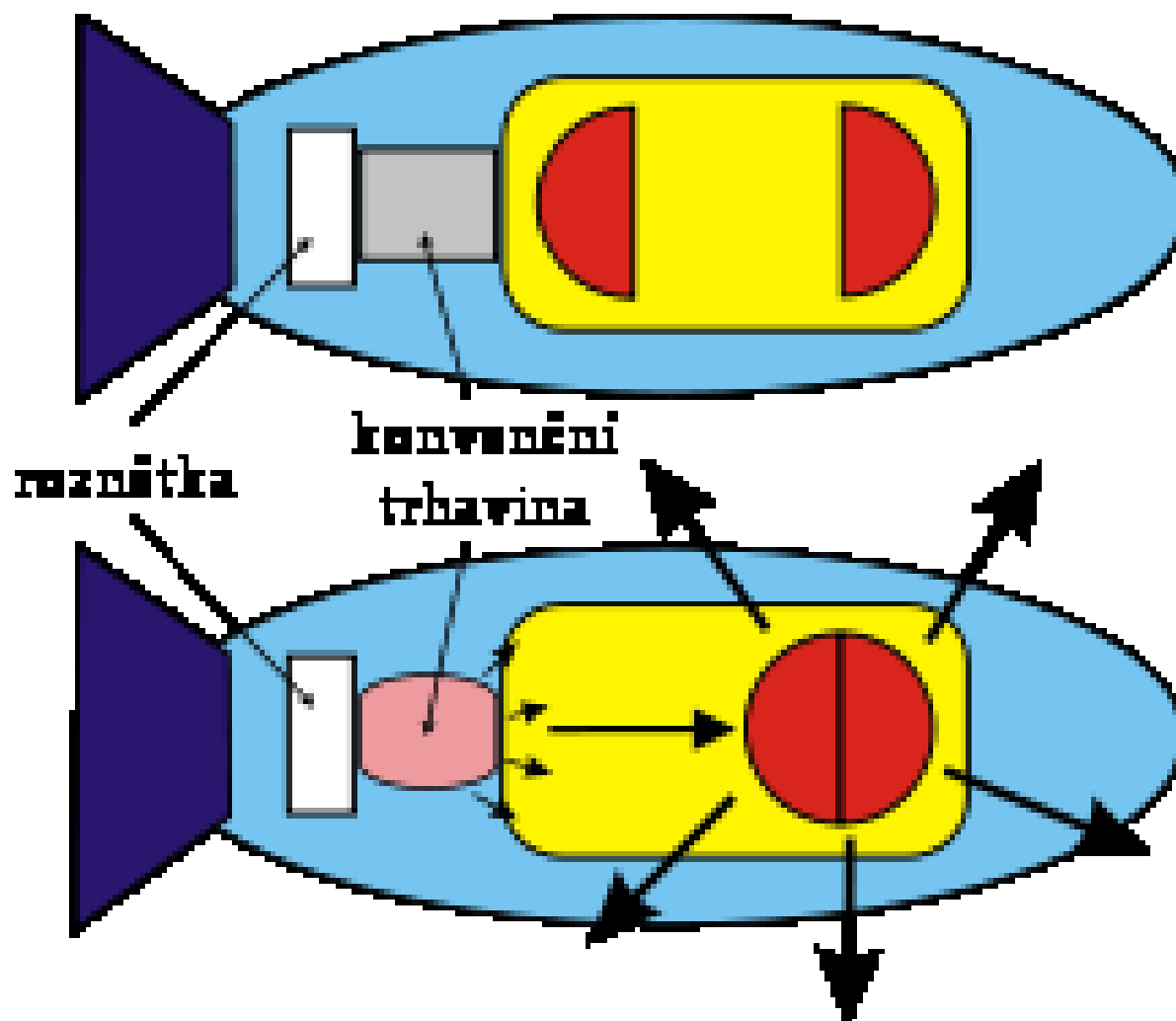
<http://www.thejournal.ie/engineers-continue-fukushima-struggles-as-more-smoke-emerges-2011-03/>

Jaderné štěpení – řetězová reakce

JADERNÉ ŠTĚPENÍ



Princip jaderné bomby



Jaderná elektrárna nemůže
vybuchnout jako jaderná bomba!

(v reaktoru nikdy není nadkritické
množství štěpného materiálu)

Nejhorší možný scénář:
přehřátí a roztavení paliva

Terorismus: Špinavá bomba

Špinavá bomba je označení pro zbraň, způsobující radioaktivní zamoření rozmetáním radioaktivních látek klasickou výbušninou.

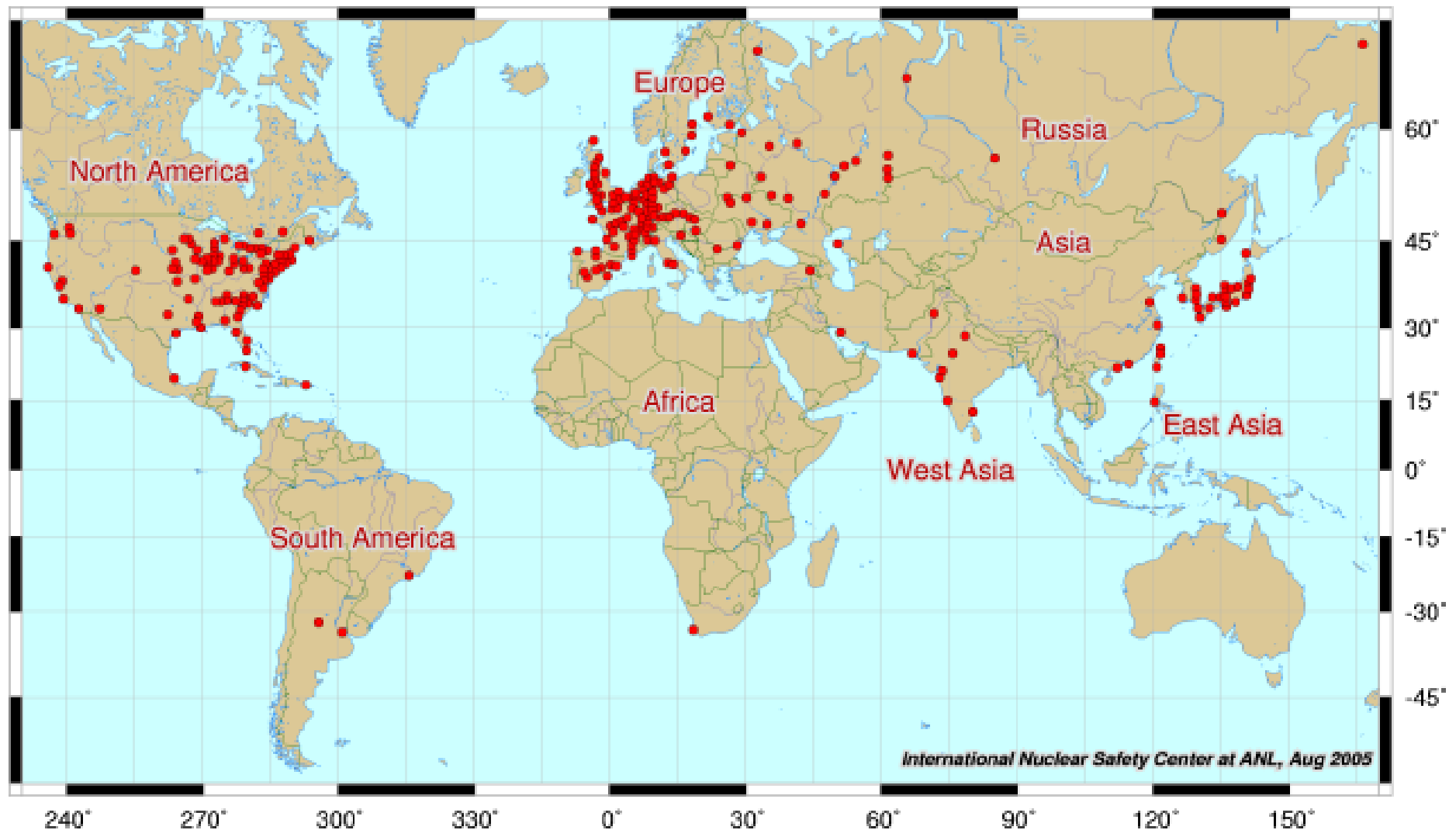
Skládá se z nálože klasické trhaviny a radioaktivního materiálu – například vyhořelého paliva z jaderné elektrárny nebo radioaktivního materiálu z průmyslových a medicínských záříčů. Špinavá bomba funguje tak, že výbuch klasické trhaviny rozpráší radioaktivní látky do širokého okolí. Prostor zamoření závisí zejména na množství materiálů, výšce nad zemí, kde dojde k odpálení, rychlosti větru a okolním terénu. Jedná se o zbraň, kterou lze sestrojít podstatně snáze, než klasickou jadernou zbraň. Pro jadernou zbraň je potřeba speciální radioaktivní materiál vysoké kvality. Také konstrukce klasické jaderné bomby je výrazně složitější a tedy i dražší. Panuje proto obava, že se špinavá bomba může stát zbraní teroristů. Vyrobit špinavou bombu se pokusily jak USA tak i Irák a v obou zemích experti došli k závěru, že rozsah rozšíření radiace je mizivý. Odpálení takovéto zbraně by mělo patrně jen velký **psychologický efekt** na obyvatelstvo. Z hlediska rentability následků může být proto pro teroristy lepší použít chemické nebo biologické zbraně.



radium 226 500uSv

Váleček byl zakopaný u odpadkového koše

Jaderné elektrárny ve světě



<http://nuclearinfo.net/Nuclearpower/CurrentReactors>

Jaderné elektrárny v Evropě

Rozmístění jaderných reaktorů v Evropě

BELGIE

Doel 1
Tihange 2

BULHARSKO

Kozloduj 3
Belene 4

ČESKÁ REPUBLIKA

Temelín 5
Dukovany 6

FINSKO

Olkiluoto 7
Olkiluoto 8
Loviisa 9

FRANCIE

Flamanville 10
Flamanville 11
Paluel 12
Penly 13
Gravelines 14
Chooz 15
Nogent 16
Dampierre 17
St. Laurent 18
Chinon 19
Civaux 20
Belleville 21
Le Blayais 22
Golfech 23
Tricastin 24
Cruas 25
St. Alban 26
Buggay 27
Fessenheim 28
Cattenom 29

MAĎARSKO

Paks 30

NĚMECKO

Brokdorf 31
Emsland 32
Grohnde 33
Philippsburg 34
Neckarwestheim 35
Gundremmingen 36
Isar 37
Grafenheinfeld 38

NIZOZEMÍ

Borselle 39
Dorderwaard 40

RUMUNSKO

Cernavoda 41

RUSKÁ FEDERACE

Kolská 42
Leningradská 43
Leningradská 44
Smolenská 45
Kalininská 46
Kurská 47
Kurská 48
Novovoronežská 49
Novovoronežská 50
Balakovská 51
Bělojarská 52
Bělojarská 53
Rostovská 54
Rostovská 55

SLOVENSKO

Bohunice 56
Mochovce 57
Mochovce 58

SLOVINSKO

Krško 59

ŠPANĚLSKO

Almeraz 60
S. M. de Garoña 61
Trillo 62
Cofrentes 63
Vandellós 64
Asco 65

ŠVÉDSKO

Forsmark 66
Ringhals 67
Oskarshamn 68

ŠVÝCARSKO

Mühleberg 69
Gösgen 70
Leibstadt 71
Beznau 72

UKRAJINA

Rovenská 73
Chmelnická 74
Chmelnická 75
Jihoukrajinská 76
Záporožská 77

VELKÁ BRITÁNIE

Hunterston 78
Torness 79
Hartlepool 80
Heysam 81
Wylfa 82
Hinkley Point 83
Dungeness 84
Sizewell 85

LEGENDA

- ▲ reaktory v provozu
- reaktory ve výstavbě

poznámka: uvedená čísla slouží pouze k vyznačení polohy v mapě



<http://www.cez.cz/cs/pro-media/cisla-a-statistiky/energetika-ve-svete.html>

Jaderné reaktory v ČR



http://www.jaderelek.wz.cz/stranky/dukovany_temelin.html

JE Dukovany

JE Temelín

Výukový reaktor „Vrabec“, ČVUT, Praha

Výzkumný reaktor LR-0, ÚJV, Řež

Důl Richard v Litoměřicích - úložiště nízko a středně aktivní institucionální radioaktivní odpady. (Institucionální odpady vznikají ve zdravotnictví, průmyslu, zemědělství či výzkumu.)

MOŽNOST EXKURZÍ!

Legislativa

- Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů.

Jaderné havárie

Soustava bezpečnostních požadavků pro provoz jaderné elektrárny vyžaduje, aby pro jadernou elektrárnu a pro její okolí byly zpracovány **havarijní plány**. Tyto plány řeší, jak postupovat v případě, že by k radiační havárii došlo.

Nejdůležitějšími opatřeními k ochraně obyvatelstva bezprostředně při vzniku radiační havárie v jaderné elektrárně jsou *ukrytí, jódová profylaxe a evakuace*. Tato opatření se týkají lidí žijících **v zóně havarijního plánování**. Pro jadernou elektrárnu Dukovany má tato zóna tvar kruhu o poloměru 20 km kolem elektrárny. Pro jadernou elektrárnu Temelín má tato zóna poloměr 13 km a zahrnuje město Týn nad Vltavou.

Mezinárodní stupnice jaderných událostí INES



http://cs.wikipedia.org/wiki/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD_stupnice_jadern%C3%BDch_ud%C3%A1lost%C3%AD

Mezinárodní stupnice hodnocení a posuzování radiálních událostí INES

Nultý stupeň představuje jakoukoliv mimořádnou událost v jaderné elektrárně, při níž nejsou překročeny provozní limity a podmínky stanovené pro radiální bezpečnost.

První až třetí stupeň představují **radiální nehody**, které prakticky neohrožují okolí a nevyžadují žádná zvláštní opatření na ochranu lidí mimo elektrárnu.

Čtvrtý až pátý stupeň představují **radiální havárie**, při jejichž vzniku jsou zpravidla nezbytná i jistá opatření v okolí elektrárny a které mají vážný dopad na další provoz elektrárny.

Šestý a sedmý stupeň přísluší těm radiálním haváriím, při nichž je zcela nezbytné organizovat opatření k ochraně obyvatelstva v okolí elektrárny.

Vážné jaderné havárie s ohrožením obyvatelstva

INES 7: **Černobyl** (1986), **Fukušima** (2011)

INES 6: **Kryštym**, SSSR, závod na přepracování
paliva (1957)

INES 5: **Windscale**, Velká Británie, požár
reaktoru na obohacování uranu (1957),
JE Three Mile Island, Pensylvánie, USA,
roztavení velké části AZ (1979)

Tisíce medúz ucpaly mříže na přívodu chladící vody pro izraelskou elektrárnu



Thousands of jellyfish clog water supply of power station in Israel
<http://www.telegraph.co.uk/earth/earthpicturegalleries/8618575/Thousands-of-jellyfish-clog-water-supply-of-power-station-in-Israel.html>



<http://www.ibtimes.com/articles/177027/20110709/millions-jellyfish-invade-nuclear-reactors-japan-israel-2011-power-plant-shut-down-unusual-growth-tr.htm>

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/5197846.stm>

<http://in.reuters.com/article/2011/06/24/idINIndia-57889320110624>

http://www.huffingtonpost.com/2011/06/29/jellyfish-nuclear-plant-shutdown-torness-uk_n_887003.html

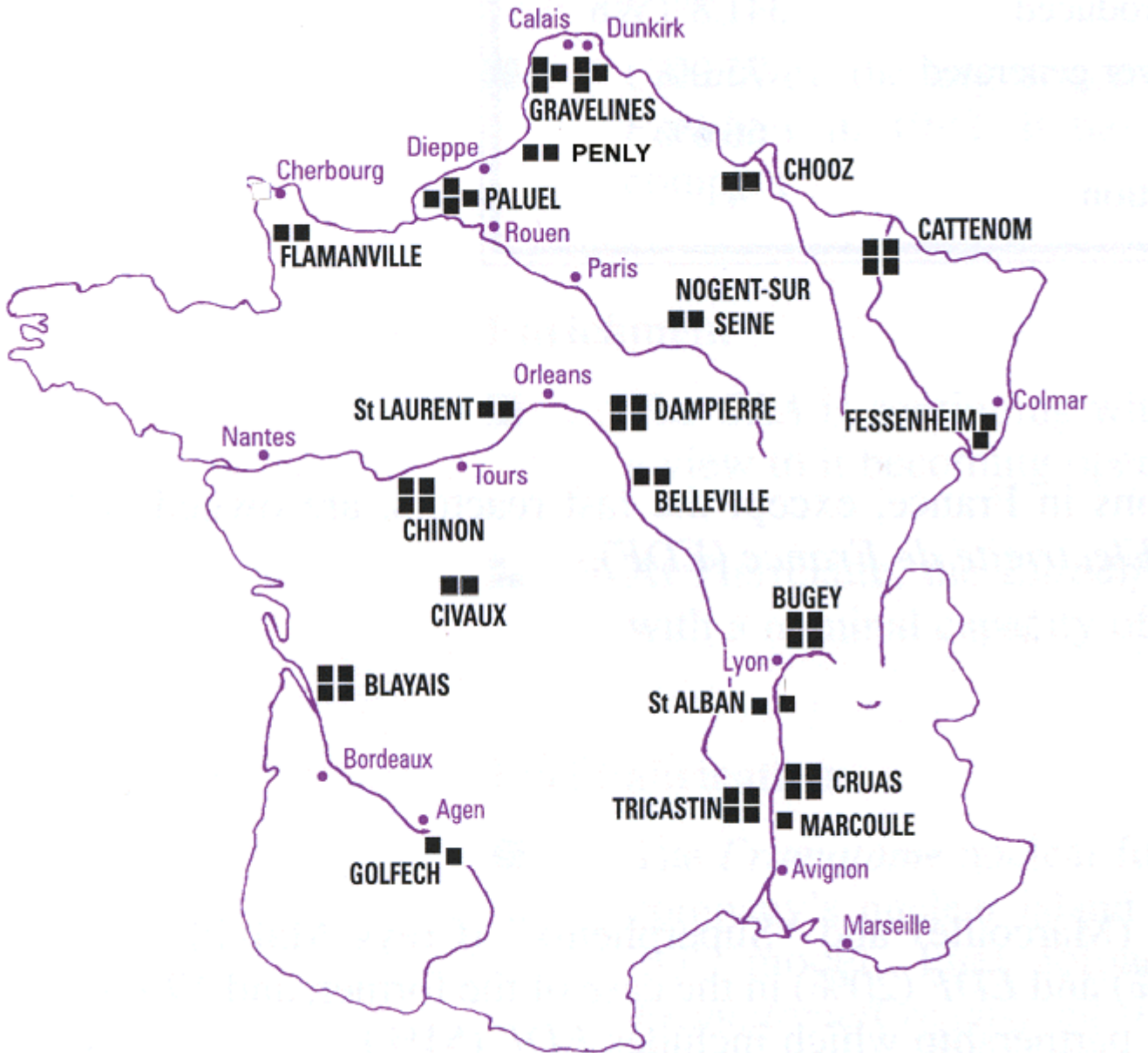
Sucho ve Francii ohrožuje dodávku chladící vody pro 44 reaktorů (2003, 2005, 2011)



<http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/france/8546573/French-drought-fears-cause-government-to-set-up-surveillance-cell.html>

<http://ipsnews.net/news.asp?idnews=29441>

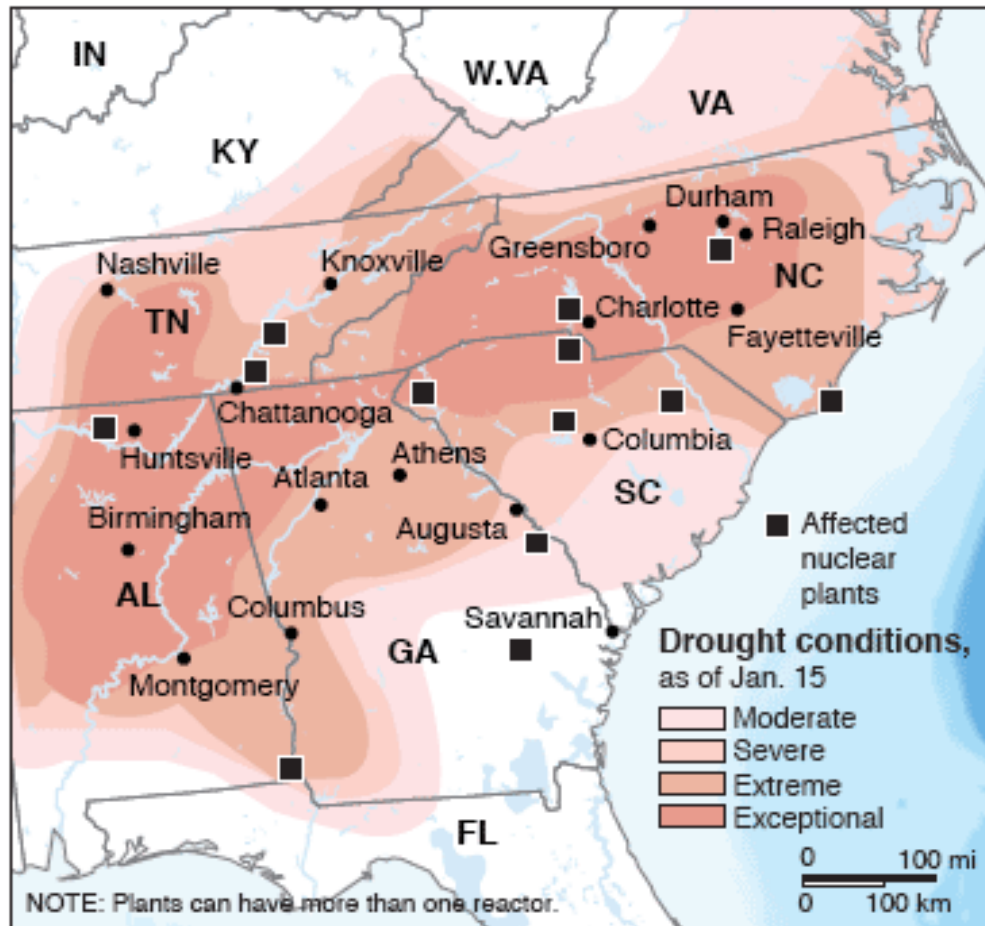
Nuclear Power in France



Podobná zkušenost z USA, 2005

Drought affecting nuclear plants

Twenty-four of the nation's 104 nuclear reactors are in areas experiencing the most severe levels of drought. Rivers and lakes supply power plants with the cooling water necessary to operate.



SOURCES: Nuclear Regulatory Commission; TerraServer USA

AP

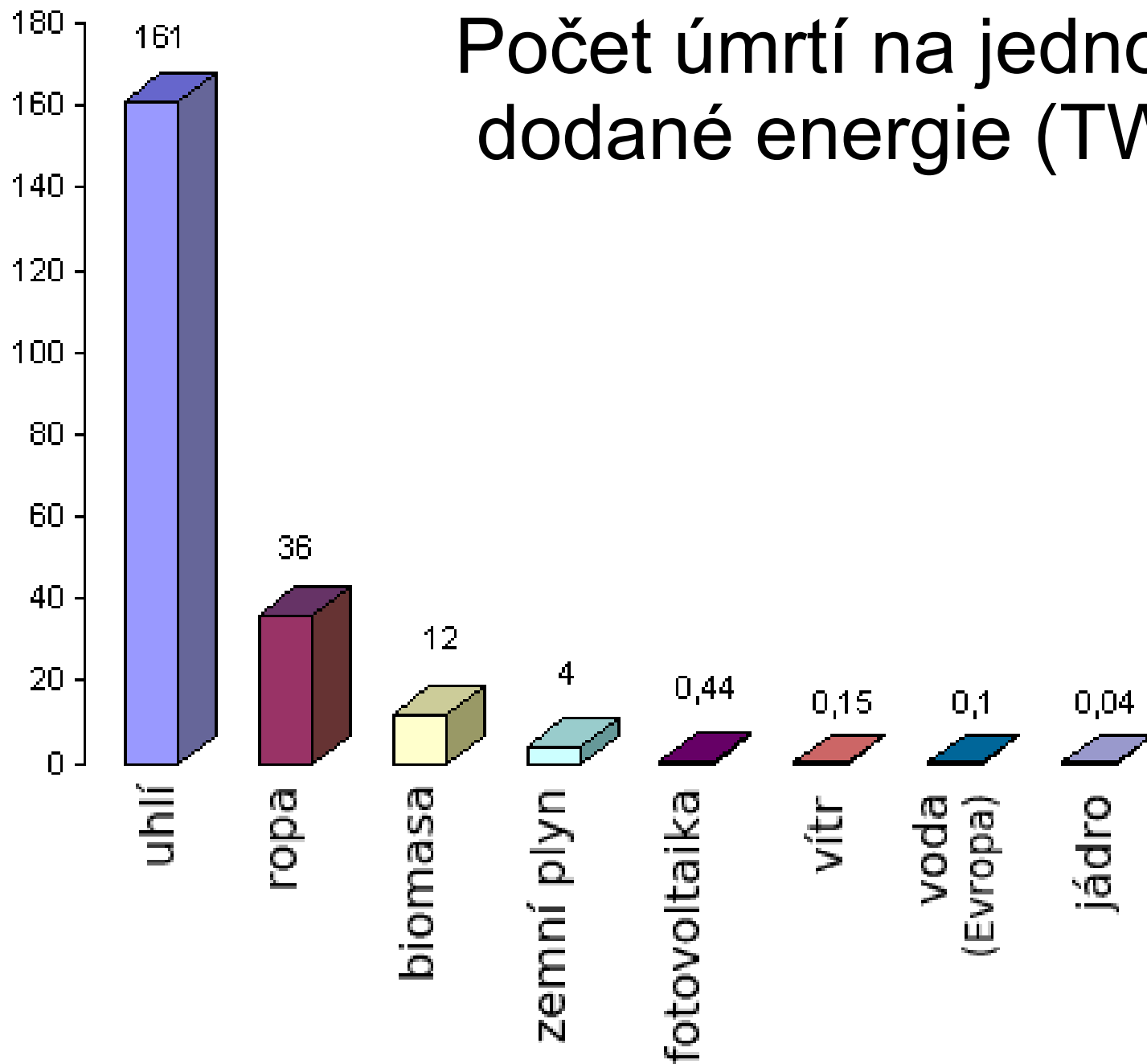
JE Temelín – úhel pohledu



JE Temelín – úhel pohledu



Počet úmrtí na jednotku dodané energie (TWh)



JE Temelín a JE Dukovany patří
k nejbezpečnějším na světě!

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

KDYŽ USLYŠÍTE ZVUK SIRÉN

- kolísavý 140sekundový tón sirén
- ujistěte se, že nejde o plánovanou zkoušku sirén, která je vyznačena v kalendáři
- skutečné varování může znamenat: povodeň, únik toxických plynů, radiační havárii nebo jinou mimořádnou událost
- o jakou událost jde, se dozvíte na televizním kanálu ČT1 nebo rozhlasových stanicích Český rozhlas 1 - Radiožurnál - 90,7 MHz FM (region Jihlava), 95,1 MHz FM (region Brno), 101,2 MHz FM (region Znojmo)
- prostřednictvím tohoto televizního kanálu a rozhlasových stanic obdržíte přesné pokyny k zajištění Vaší ochrany
- informujte o provedeném varování i své zdravotně postižené spoluobčany

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

OBDRŽÍTE-LI POKYN K UKRYTÍ

- opusťte otevřený venkovní prostor a ukryjte se v domech nebo bytech
- zavřete všechna okna a dveře, utěsněte je
- vypněte ventilační, klimatizační systémy a uzavřete větrací otvory
- uhasťte oheň v zařízeních na spalování pevných paliv a uzavřete komínové klapky
- vyčkejte dalších pokynů prostřednictvím televizního kanálu ČT1 nebo rozhlasové stanice Český rozhlas 1 - Radiožurnál - 90,7 MHz FM (region Jihlava), 95,1 MHz FM (region Brno), 101,2 MHz FM (region Znojmo)
- nepoužívejte telefony (pevné, mobilní sítě) s výjimkou nutnosti přivolání pomoci

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

OBDRŽÍTE-LI POKYN K POŽITÍ TABLET JODIDU DRASELNÉHO (KI)

- pokyn obdržíte prostřednictvím televizního kanálu ČT 1 nebo rozhlasové stanice Český rozhlas 1 - Radiožurnál - 90,7 MHz FM (region Jihlava), 95,1 MHz FM (region Brno), 101,2 MHz FM (region Znojmo)
- doporučené dávkování je následující:
 - kojenci do 1 měsíce - 1/4 tablety, tj. 16 mg KI
 - děti do 3 let - 1/2 tablety, tj. 32 mg KI
 - děti do 12 let - 1 tabletu, tj. 65 mg KI
 - osoby nad 12 let - 2 tablety, tj. 130 mg KI
- tablety je vhodné zapít malým množstvím nealkoholického nápoje
- nepožívejte tablety jodidu draselného bez předchozího vyzvání
- větší dávkování Vašemu zdraví neprospěje

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

OBDRŽÍTE-LI POKYN K EVAKUACI

- pokyn k evakuaci může vydat pouze Krizový štáb kraje (hejtman) nebo Krizový štáb Vaší obce (starosta)
- pokyn k evakuaci obdržíte rovněž prostřednictvím televizního kanálu ČT 1 nebo rozhlasové stanice Český rozhlas 1 - Radiožurnál - 90,7 MHz FM (region Jihlava), 95,1 MHz FM (region Brno), 101,2 MHz FM (region Znojmo)
- evakuovat se můžete jak společně přistavenými autobusy, tak samostatně vlastním autem, evakuaci však nezahajujte samovolně - vždy vyčkejte pokynů; při evakuaci bez pokynů byste se mohli pohybovat v oblasti vysoké koncentrace uniklých škodlivých látek
- **PAMATUJTE** - pokyn k evakuaci **neznamená** „utíkat pryč jako o život“
- evakuace může snížit riziko Vašeho ohrožení pouze za předpokladu, je-li provedena s rozvahou a podle vydaných pokynů
- přesvědčte se, že o vyhlášení evakuace vědí i Vaši sousedé

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

KOHO SE TÝKÁ OPATŘENÍ EVAKUACE

- příprava na evakuaci je předem plánována pro všechny osoby s trvalým bydlištěm, pracovištěm, navštěvující předškolní a školská zařízení nebo občany umístěné ve zdravotnických a ostatních sociálních zařízeních ve vnitřní (10 km) zóně havarijního plánování
- jde o území zahrnující obce a osady:
Bačice, Biskoupky, Březník, Čermákovice, Dalešice, Dobronice, Dobřínsko, Dolní Dubňany, Dukovany, Džbánice, Horní Dubňany, Horní Kounice, Hrotovice, Jamolice, Kladeruby, Kordula, Kramolín, Krhov, Kuroslepy, Lhánice, Litovany, Medlice, Mohelno, Popůvky, Přeskače, Přešovice, Račice, Rešice, Rouchovany, Sedlec, Senorady, Slavětice, Stropešín, Šemíkovice, Tavíkovice, Tulešice, Újezd, Vémyslice
- tyto obce mají připraveny evakuační plány

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

ŘÍZENÁ EVAKUACE - KAM BUDETE EVAKUOVÁNI

- řízená evakuace pomocí přistavených autobusů je prováděna podle zpracovaných evakuačních plánů
- starosta Vaší obce Vám sdělí místa přistavení autobusů a kam budete evakuováni
- tyto informace si poznamenejte do **FORMULÁŘE A**, který je součástí této příručky
- neobávejte se o své rodinné příslušníky, pokud se nacházejí v předškolních zařízeních, školách, v sociálních a zdravotnických zařízeních - bude o ně postaráno

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

ZVOLÍTE-LI SAMOEVAKUACI

- nezahajujte ji bez obdržení pokynů Krizového štábu kraje (hejtmana) nebo Krizového štábu Vaší obce (starosty), týkajících se zejména vhodného času a doporučené evakuační trasy
- před odjezdem vyplňte **FORMULÁŘE C a D**, které jsou součástí této příručky, připevněte je na viditelném místě na dveřích Vašeho obydlí
- použijte pouze doporučenou evakuační trasu
- dbejte upřesňujících pokynů orgánů místní samosprávy, Hasičského záchranného sboru, Policie ČR nebo příslušníků Armády ČR
- v případě, že neuposlechnete vydaných pokynů, vystavujete se riziku ohrožení Vašeho zdraví

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

CO SI VZÍT PŘI EVAKUACI S SEBOU

- předem si připravte seznam potřebných věcí, mezi něž patří zejména:
 - osobní doklady
 - peníze, platební karty, cenné papíry, aj.
 - pravidelně užívané léky a zdravotnické pomůcky
 - základní potraviny na 2 - 3 dny
 - potřeby pro kojence
 - prostředky osobní hygieny a jídelní nádobí
 - spací pytel nebo přikrývky
 - náhradní oblečení
 - přenosné rádio a kapesní svítilnu
 - náhradní baterie
 - mobilní telefon s nabíječkou

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

VLASTNÍTE-LI HOSPODÁŘSKÁ NEBO DOMÁCÍ ZVÍŘATA

- nenechávejte je na volném prostranství, zavřete je do chlévů, kotců či místnosti
- dejte jim dostatečnou zásobu vody a krmiva na 2 - 3 dny
- nezamykejte je, umožněte přístup pořádkovým složkám, které se o Vaše zvířectvo v případě potřeby postarají
- vyplňte **FORMULÁŘ C**, který je součástí této příručky a připevněte jej na vstupní dveře Vašeho obydlí

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

PŘED ODCHODEM Z DOMU

- vypněte elektrické spotřebiče s výjimkou chladniček a mrazniček
- uhasťte oheň v zařízeních na spalování pevných paliv
- uzavřete hlavní uzávěry plynu a vody, uzavřete komínové klapky
- odpojte anténní systémy od přijímačů
- zkontrolujte uzavření všech oken
- zamkněte dveře Vašeho obydlí
- připevněte vyplněný **FORMULÁŘ D**, který je součástí této příručky, na vstupní dveře
- **NEVYPÍNEJTE** hlavní elektrický jistič!
- při odchodu z domu si chraňte dýchací cesty ochrannou rouškou a povrch těla prostředky improvizované ochrany

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

EVAKUAČNÍ TRASA

- při evakuaci dbejte pokynů orgánů místní samosprávy, příslušníků Policie ČR, Armády ČR, Hasičského záchranného sboru a dalších pořádkových složek
- nepřistupujte k evakuaci, pokud Vás k tomu nevyzvaly orgány krizového řízení (krizový štáb kraje, krizový štáb Vaší obce)
- v případě, že neuposlechnete vydaných pokynů, vystavujete se riziku ohrožení Vašeho zdraví

Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie JE Dukovany

EVAKUAČNÍ TRASA

- při evakuaci po úniku radioaktivních látek je potřebné cestou k evakuačním vozidlům:
 - chránit si dýchací cesty ochrannou rouškou, případně použít k ochraně dýchacích cest např. navlhčený kapesník, ručník, přeloženou gázu, toaletní papír apod., které při nástupu do vozidel nebudete odkládat
 - ochránit si povrch těla vhodným oblečením, které při nástupu do vozidel odložíte mimo vozidlo (čepice, pláštěnky, polyethylenové sáčky použité jako návleky na ruce a obuv atd.)
 - při evakuaci dbejte pokynů orgánů místní samosprávy, příslušníků Policie ČR, Armády ČR, Hasičského záchranného sboru a dalších pořádkových složek