

Referenční úrovně pro nehodové expoziční situace (optikou ICRP a IAEA)

XXXVI. Dny radiační ochrany
Poprad 2014

jan.matzner@sujb.cz

Podklady (ICRP)

„V nehodových situacích bude referenční úroveň vyjádřena jako **celková reziduální dávka** jednotlivci, jejíž nepřekročení v důsledku nehody by regulační orgán plánoval, a to buď jako dávku jednorázovou (za předpokladu že se nebude opakovat) nebo jako dávku roční při expozici protražované.“

(ICRP 103, para 238)

20 až 100 mSv: Soubor referenčních úrovní pro nejvyšší plánovanou reziduální dávku z radiační nehody.

(ICRP 103, Tab. 5)

Podklady (IAEA)

TABLE II.2. GENERIC CRITERIA FOR PROTECTIVE ACTIONS AND OTHER RESPONSE ACTIONS IN AN EMERGENCY TO REDUCE THE RISK OF STOCHASTIC EFFECTS

| Generic criteria | | Examples of protective actions and other response actions ^a |
|---|--|--|
| Projected dose that exceeds the following generic criteria: Take urgent protective actions and other response actions | | |
| H_{thyroid} | 50 mSv ^b in the first 7 days | Iodine thyroid blocking ^c |
| E^d H_{fetus}^e | 100 mSv in the first 7 days 100 mSv in the first 7 days | Sheltering ^f ; evacuation; prevention of inadvertent ingestion; restriction on food, milk and drinking water ^g and restriction on food chain and water supply; restriction on commodities other than food; contamination control; decontamination; registration; reassurance of the public |
| Projected dose that exceeds the following generic criteria: Take early protective actions and other response actions | | |
| E^d H_{fetus}^e | 100 mSv per annum 100 mSv for the full period of in utero development | Temporary relocation; prevention of inadvertent ingestion; restriction on food, milk and drinking water ^g and restriction on food chain and water supply; restriction on commodities other than food; contamination control; decontamination; registration; reassurance of the public |

(General Safety Requirements Part 7:
Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency)

Podklady (poznámky)

Referenční úrovně ICRP jsou **ve zbytkové (residual) dávce**.

Obecná kritéria IAEA jsou uvedena **v předpokládané (projected) dávce**. Protože obecná kritéria slouží k regulaci ozáření v NES, představují rovněž (obecné) referenční úrovně.

Protože zbytková dávka nemůže být větší než předpokládaná dávka, nejsou obecná kritéria IAEA v zásadním rozporu s požadavky ICRP (obojí omezuje shora ozáření obyvatel tak, aby během události nepřekročilo 100 mSv efektivní dávky), **pokud vezmeme v úvahu, že:**

Podklady (poznámky)

- a) Stejně obecné kritérium IAEA (100 mSv/7d) pro zavedení náročností velmi rozdílných ochranných opatření (ukrytí, evakuace, regulace potravin) lze chápat jako horní mez, pod kterou bude regulátor o konkrétních opatřeních rozhodovat optimalizačním procesem.
- b) Předpokládanou dávku IAEA nelze chápat v jejím obecném smyslu (jako dávku obdrženu za celou událost bez zavedení jakýchkoliv opatření), ale jako předpokládanou dávku v daném momentě rozhodování o ochranných opatřeních, s uvážením efektu dosud provedených opatření – např. při únicích obsahujícím jódy je třeba při rozhodování o evakuaci započíst efekt snížení ozáření aplikací ITB.

Podklady (poznámky)

- c) Podmínku ICRP, aby zbytková dávka nepřekročila 100 mSv, splníme jen v případě, že při rozhodování o zavedení (dalších) ochranných opatřeních zohledníme doposud obdržené ozáření – např. vnější ozáření z mraku a vnitřní ozáření z inhalace v průběhu ukrytí při rozhodování o evakuaci. Obecné kritérium IAEA pak nebude 100 mSv/7d, ale 100 mSv minus doposud obdržené ozáření.
- d) V okolí českých jaderných elektráren jsou opatření ukrytí a ITB zaváděna **automaticky**, rozhodování o evakuaci a dalších opatřeních bude vždy založeno na znalosti skutečné radiační situace monitorované v okolí, s uvážením obdrženého ozáření v průběhu ukrytí.

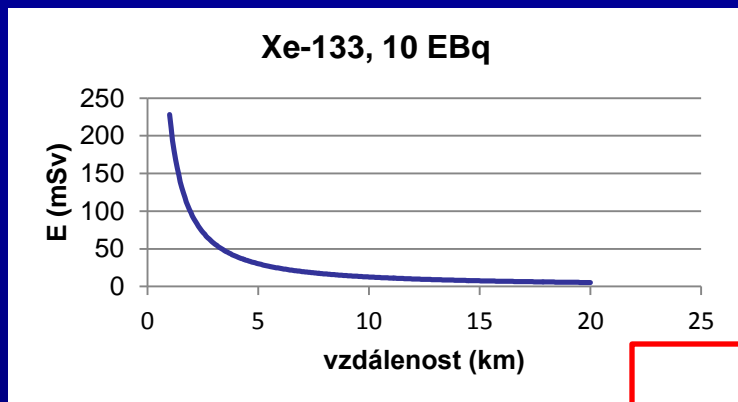
Cíl sdělení

V závislosti na velikosti úniku odhadnout do jaké vzdálenosti je třeba plánovat ochranná opatření tak, aby byla dodržena obecná kritéria IAEA a podmínky ICRP.

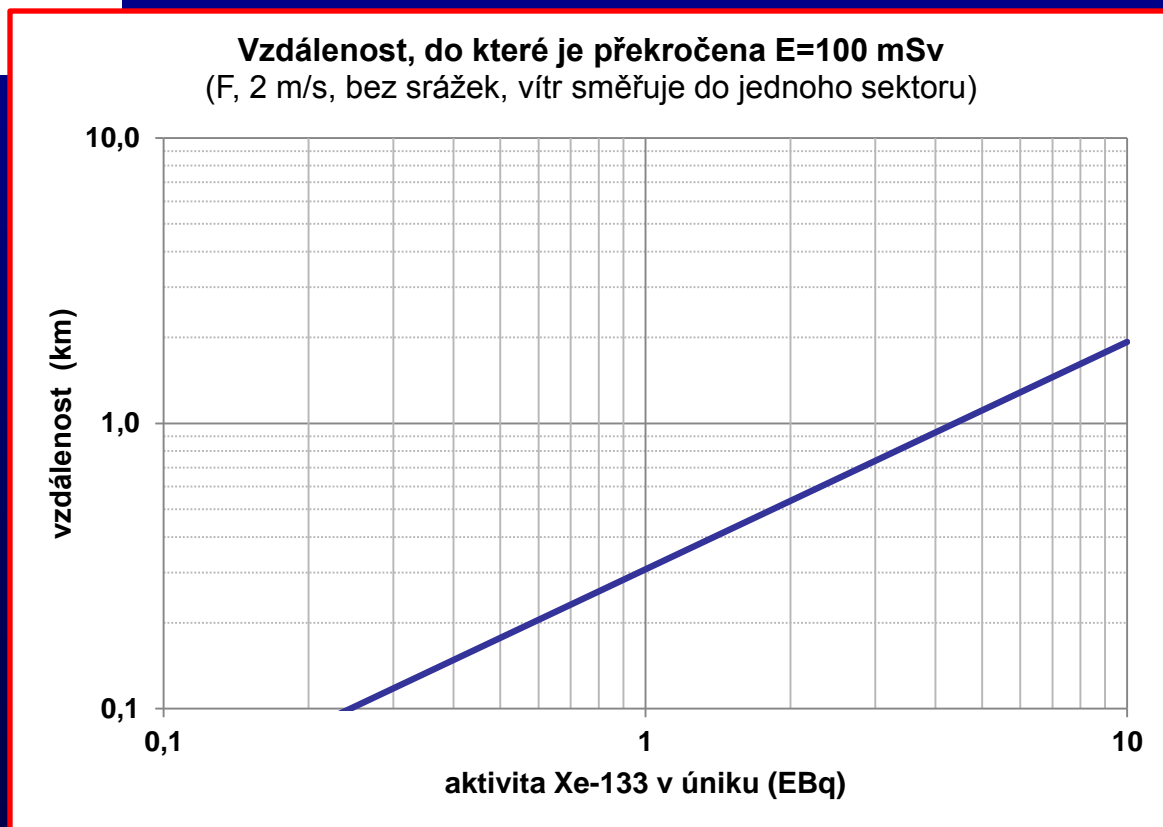
Předpoklady odhadu

1. Budeme uvažovat ozáření pouze skupin vzácných plynů, jódu a cesií, které nahradíme jejich reprezentanty Xe-133, I-131 a Cs-137.
2. Konzervativně předpokládáme podmínky špatného ředění úniku v atmosféře – kategorie stability F, vítr 2 m/s, bez srážek, během úniku se směr větru mění v rozmezí jednoho sektoru ($22,5^\circ$).
3. Výška úniku je cca 40 m - nejzávažnější úniky u PWR představuje nehoda SGTR.
4. K odhadu dávek nekrytého jednotlivce z obyvatelstva od výše uvedených reprezentantů použijeme ESTE Analyst V 2.00.

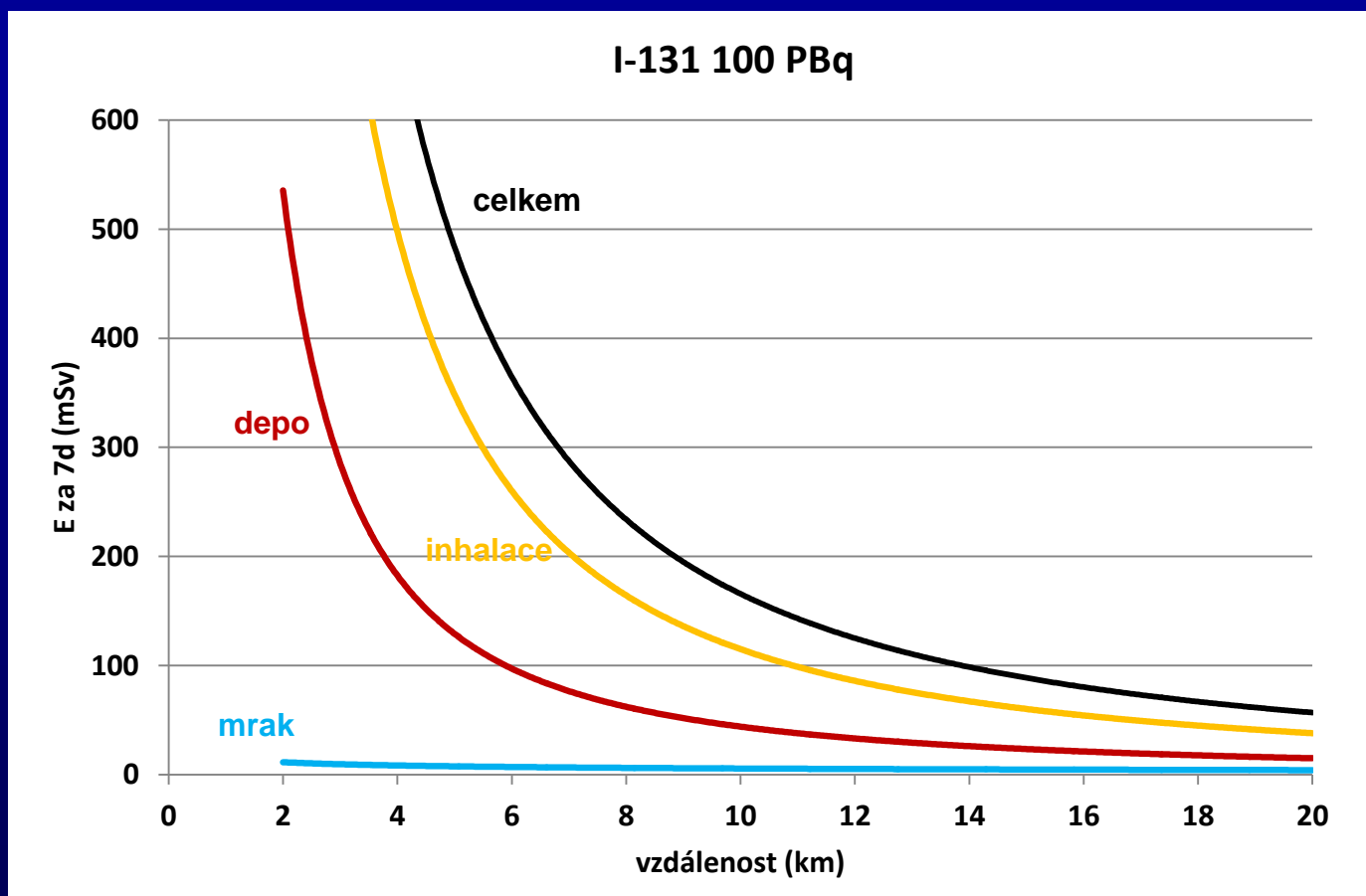
Výsledky: Xe-133



Pozn.: V případě úniku pouze VP o aktivitě celého inventáře PWR 1000 (~10 EBq) by $E > 100$ mSv byla pouze ve vzdálenosti do cca 2 km.



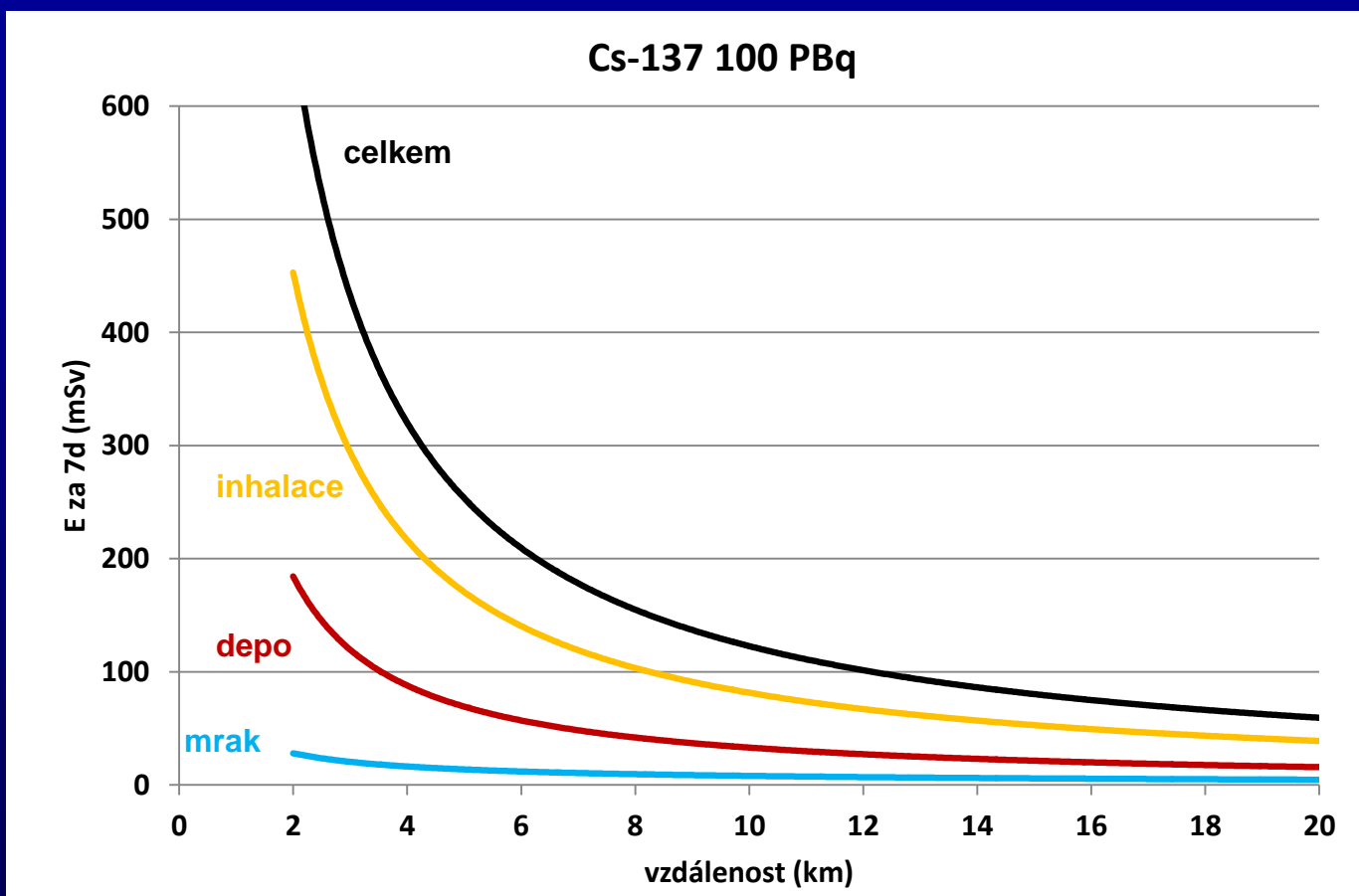
Výsledky: I-131



Pozn.: Na celkové předpokládané E za 7 dní se cca $\frac{3}{4}$ podílí ozáření inhalací.

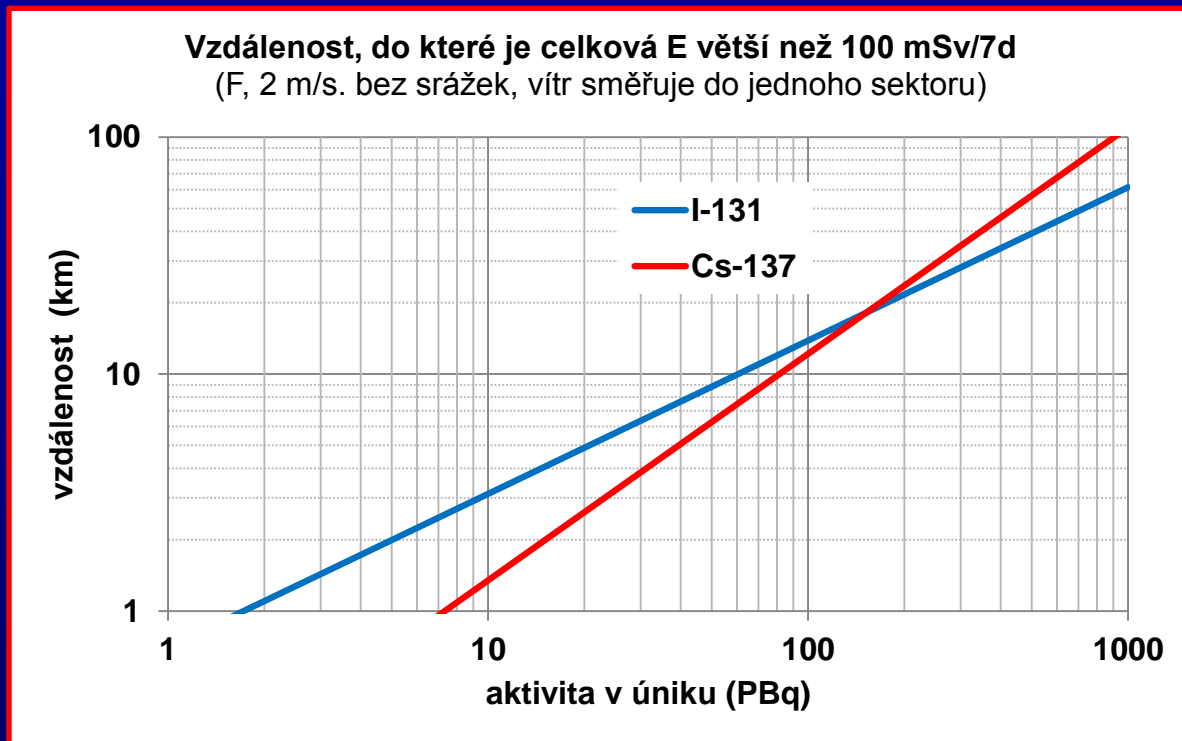
Při aplikaci ITB bude celková E za 7 dní prakticky dána ozářením z depozitu.

Výsledky: Cs-137



Pozn.: Na celkové předpokládané E za 7 dní se cca $\frac{3}{4}$ podílí ozáření inhalací, které však aplikací ITB nijak neovlivníme.

Výsledky: I-131 a Cs-137, souhrn

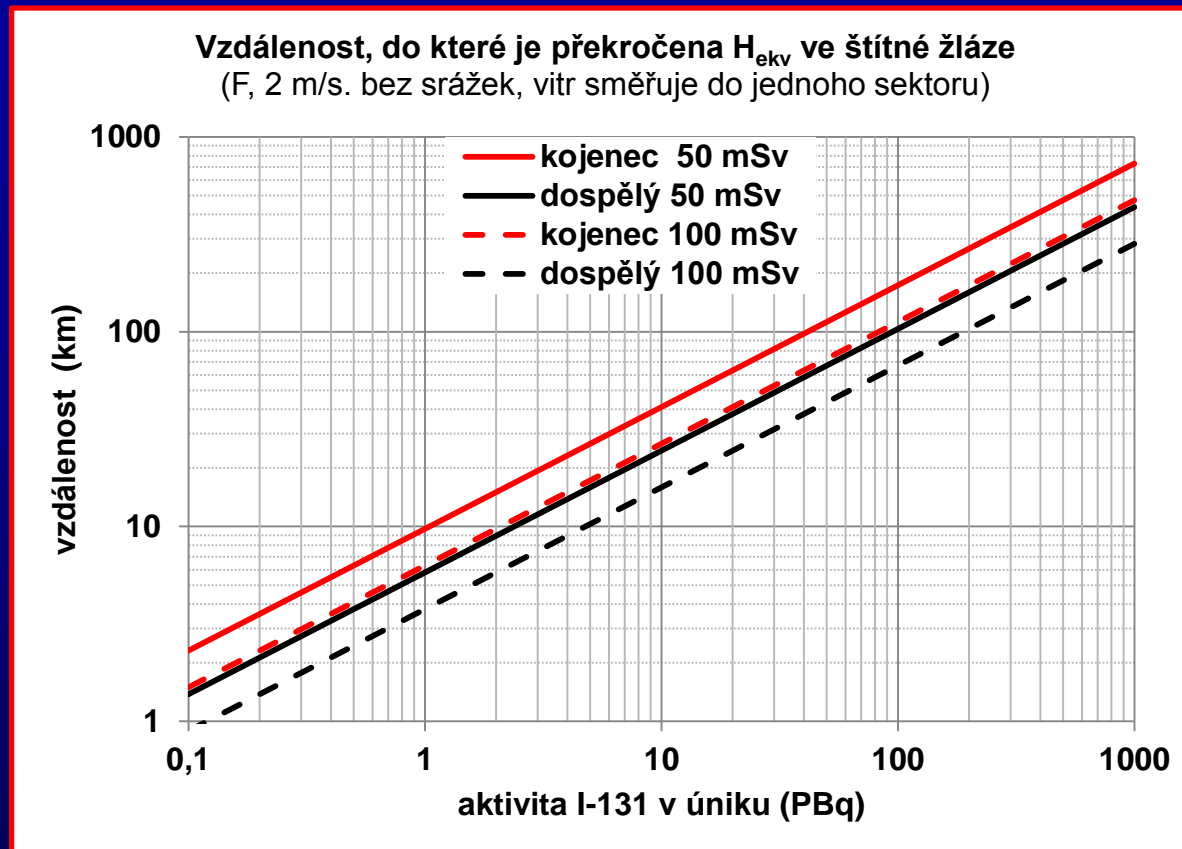


Pozn.: Úniky pouze I-131 nebo Cs-137 do 100 PBq by vyžadovaly evakuaci do cca 10 km. Úniky I-131 a Cs-137, každého do 100 PBq, by vyžadovaly evakuaci do cca 22 km (bez aplikace ITB) resp. do 15 km se započtením efektu ITB:

| | A(EBq) | (km) | bez ITB | s ITB |
|--------|--------|------|---------|---------|
| | | | E (mSv) | E (mSv) |
| Xe-133 | 1 | 22 | 0 | 0 |
| I-131 | 0,1 | 22 | 48 | 12 |
| Cs-137 | 0,1 | 22 | 53 | 53 |
| celkem | 1,2 | | 102 | 66 |

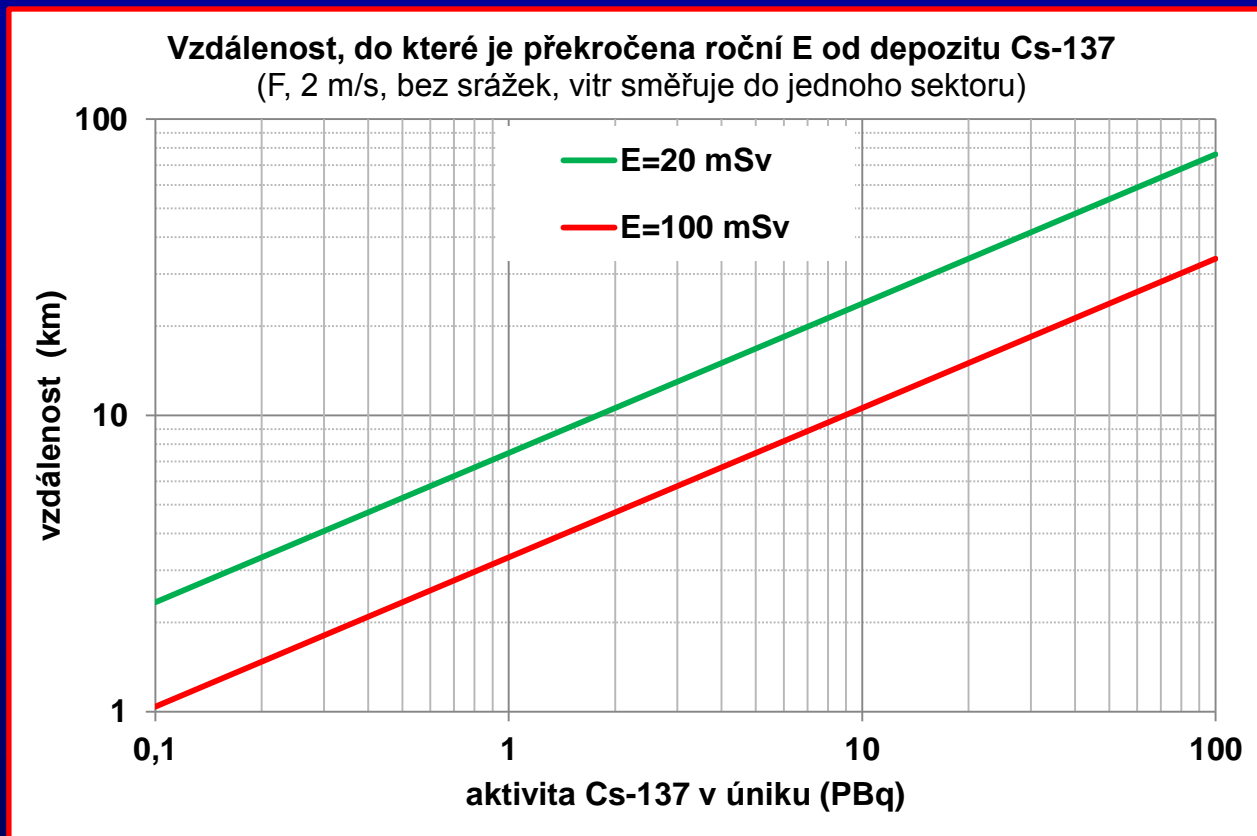
| | A(EBq) | (km) | bez ITB | s ITB |
|--------|--------|------|---------|---------|
| | | | E (mSv) | E (mSv) |
| Xe-133 | 1 | 15 | 1 | 1 |
| I-131 | 0,1 | 15 | 87 | 22 |
| Cs-137 | 0,1 | 15 | 79 | 79 |
| celkem | 1,2 | | 168 | 102 |

Výsledky: I-131 a štítná žláza



Pozn.: Únik I-131 větší než 100 PBq bude vyžadovat aplikaci ITB do vzdálenosti větší než 100 km pro dospělé a 200 km pro kojence, aby nebylo překročeno současné obecné kritérium IAEA (50 mSv, dříve 100 mSv, uvedeno pro srovnání).

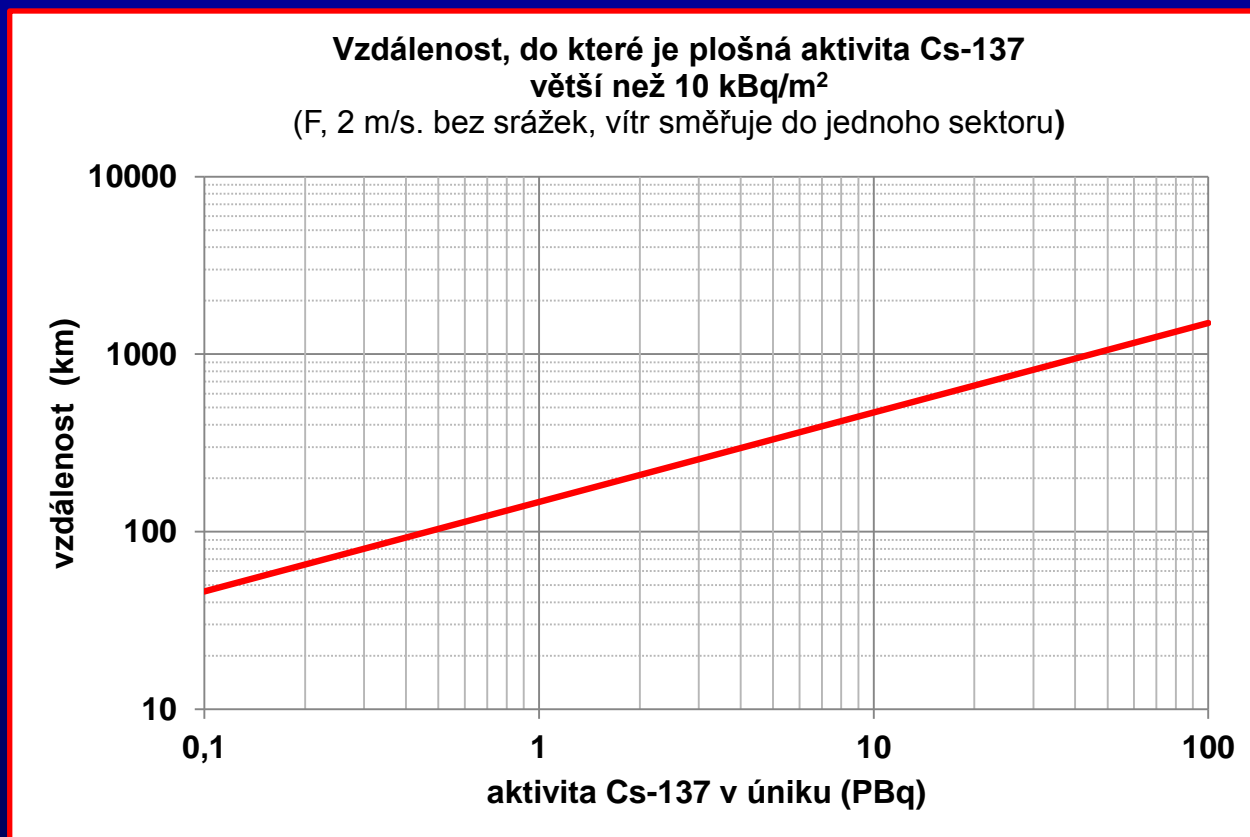
Výsledky: Cs-137, depozit a dočasné přesídlení



Pozn.: Únik Cs-137 do 10 PBq vyvolá nutnost přesídlení do vzdálenosti 10 km, aby roční E nepřekročila 100 mSv, resp. do 20 km při nepřekročení roční E 20 mSv.

Předpokládán pobyt 7000 h ročně uvnitř budov s koeficientem zeslabení 10 a 2000 h venku. (1 MBq/m² odpovídají 2 μSv/h v 1 m nad terénem)

Výsledky: Cs-137, deponit a zemědělství



Pozn.: Území s hodnotou větší než 10 kBq/m^2 bude **nutně** vyžadovat opatření v oblasti produkce a spotřeby zemědělských produktů. U úniků větších než 1 PBq to bude do vzdálenosti řádově 100 km.

Souhrn odhadů

Za daných předpokladů špatného ředění úniku v atmosféře (výška úniku 40 m, kategorie stability F, 2 m/s, bez srážek, proměnlivý vítr v rozmezí jednoho sektoru), **splnění obecných kritérií uvedených v IAEA GSR Part 7, by si vyžádalo přípravu:**

| opatření | do minim. vzdálenosti (km) | pro úniky větší než (PBq) |
|--|------------------------------------|---------------------------|
| jódová profylaxe | 100 pro dospělé 200 pro kojence | 100 (I-131) |
| evakuace | 10 | 100 (Cs-137) |
| dočasné přesídlení | 10 | 10 (Cs-137) |
| <i>regulace zemědělské produkce *)</i> | 100 | 1 (Cs-137) |

*) tam, kde bude plošná aktivita větší než 10 kBq/m², viz Katalog opatření, není explicitně uvedeno v GSR.

Diskuse

Nejvíce problémů vyvolává obecné kritérium GSR pro ozáření štítné žlázy, navíc snížené z původní hodnoty 100 mSv na nyníjších 50 mSv ekvivalentní dávky . **Včasnou** aplikaci ITB lze prakticky zajistit jen jako automaticky zavedené opatření s antidoty „po ruce“ dostupnými. To však je v okolí JE rozumně realizovatelné do několika desítek km (tj. v rámci ZHP), nikoliv do několika stovek km, jak by kritérium 50 mSv při úniku jódu řádově 100 PBq (tj. např. Fukušima) vyžadovalo.

Obecné kritérium GSR pro dočasné přesídlení (předpokládaná ef. dávka 100 mSv/rok) je na samé hranici rozpětí ICRP pro reziduální dávku – např. v Japonsku bylo zvoleno kritérium 20 mSv/rok.

Děkuji za pozornost.